国家职业资格培训教材

数控车工
（技师、高级技师）
操作技能鉴定
试题集锦与考点详解

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
张智敏 主编

依据最新国家职业标准编写，紧扣鉴定考核要求

精选全真试题，重点、难点、考点详细解析

国家考评员精心点评，快速提升学习效率

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

国家职业资格培训教材

数控车工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解

国家职业资格培训教材编审委员会　组编

主　编　张智敏
参　编　张有力　李万红　韩英树

机 械 工 业 出 版 社

本教材是针对国家职业技能鉴定操作技能考试的需要，参照《国家职业标准　数控车工》（技师、高级技师）的要求，按技能考核鉴定点进行实战设计的。本教材共收录了14个职业技能鉴定样例，这些样例大都来自各省市及国家题库。每个样例着重分析了考核要求、加工准备与加工要求、相关加工工艺和编程方法，并且给出了FANUC 0*i*系统的参考程序，最后对样例中的考点进行了提炼。样例编排由浅入深，每个样例既有独立性，相互之间又有一定的内在联系。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门、职业技术院校、技工院校考前培训的强化训练教材，又可作为参加职业技能鉴定读者的考前操作技能实战训练用书。

图书在版编目（CIP）数据

数控车工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解/张智敏主编. —北京：机械工业出版社，2016.6

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-54512-5

Ⅰ.①数…　Ⅱ.①张…　Ⅲ.①数控机床－车床－车削－职业技能－鉴定－自学参考资料　Ⅳ.①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第186435号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：荆宏智　赵磊磊　责任编辑：赵磊磊
责任校对：樊钟英　刘　岚　封面设计：鞠　杨
责任印制：李　飞
北京富生印刷厂印刷
2016年11月第1版第1次印刷
169mm×239mm · 11.25印张 · 220千字
0 001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-54512-5
定价：29.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：010－88361066	机 工 官 网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010－68326294	机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
010－88379203	金 书 网：www.golden－book.com
封面无防伪标均为盗版	教育服务网：www.cmpedu.com

国家职业资格培训教材
编审委员会

主　　任　于　珍

副 主 任　郝广发　李　奇　洪子英

委　　员（按姓氏笔画排序）

王　蕾　王兆晶　王英杰　王昌庚　田力飞
刘云龙　刘书芳　刘亚琴（常务）　朱　华
沈卫平　汤化胜　李春明　李俊玲（常务）
李家柱　李晓明　李超群　李培根　李援瑛
吴茂林　何月秋　张安宁　张吉国　张凯良
张敬柱（常务）　陈玉芝　陈业彪　陈建民
周新模　郑　骏　杨仁江　杨君伟　杨柳青
卓　炜　周立雪　周庆轩　施　斌
荆宏智（常务）　柳吉荣　贾恒旦　徐　彤
黄志良　潘　茵　戴　勇

顾　　问　吴关昌

策　　划　荆宏智　李俊玲　张敬柱

本书主编　张智敏

本书参编　张有力　李万红　韩英树

序

为落实国家人才发展战略目标，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。这套教材涵盖41个职业，共172种。教材出版后，受到全国各级培训、鉴定部门和技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定、考工和读者自学的需要，为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格培训的品牌教材。JJJ——“机工技能教育”品牌已深入人心。

按照国家“十一五”高技能人才培养体系建设的主要目标，到“十一五”期末，全国技能劳动者总量将达到1.1亿人，高级工、技师、高级技师总量均有大幅增加。因此，从2005年至2009年的五年间，参加职业技能鉴定的人数和获取职业资格证书的人数年均增长达10%以上，2009年全国参加职业技能鉴定和获取职业资格证书的人数均已超过1200万人。这种趋势在“十二五”期间还将会得以延续。

为满足职业技能鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定在已经出版的理论、技能、题库合一的“国家职业资格培训教材”的基础上，贯彻“围绕考点，服务鉴定”的原则，紧扣职业技能鉴定考核要求，根据企业培训部门、技能鉴定部门和读者的不同需求进行细化，分别编写**理论鉴定培训教材系列、操作技能鉴定试题集锦与考点详解系列和职业技能鉴定考核试题库系列。**

1.“国家职业资格培训教材——理论鉴定培训教材系列”：针对国家职业技能鉴定理论知识考试的需要，参照《国家职业技能标准》的要求编写，主要用于考证前的理论培训。它主要有以下特色：

● 汲取国家职业资格培训教材精华——保留国家职业资格培训教材的精华内容，考虑企业和读者的需要，重新整合、更新、补充和完善培训教材的内容。

● 依据最新国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》要求为依据，以“实用、够用”为宗旨，以便于培训为前提，提炼重点培训和复习的内容。

● 紧扣国家职业技能鉴定考核要求——按复习指导形式编写，教材中的知识点紧扣职业技能鉴定考核的要求，针对性强，适合技能鉴定考试前培训使用。

2.“国家职业资格培训教材——操作技能鉴定试题集锦与考点详解系列”：针对国家职业技能鉴定操作技能考试的需要编写。本套教材按实战进行设计，对考点进行详细解析，定位于操作技能考试前的突击冲刺、强化训练。它主要有以下特色：

● 依据明确，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。

● 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。

● 解析详细，具有实用性——图解形式，操作步骤和考点解析详细。

● 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

3. “国家职业资格培训教材——职业技能鉴定考核试题库系列”：针对技能培训和参加技能鉴定人员复习、考核和自检自测的需要编写。它主要有以下特色：

● 考核重点、理论题、技能题、答案、模拟试卷齐全。

● 初级、中级、高级、技师、高级技师各等级全包括。

● 试题典型性、代表性、针对性、通用性、实用性强。

● 内含职业技能鉴定试题、全国及部分省市大赛试题。

这些教材是“国家职业资格培训教材”的扩充和完善，目的是满足不同的需求，将“机工技能教育”品牌发扬光大。在编写时，我们重点考虑了以下几个方面：

在工种选择上，选择了机电行业的车工、铣工、钳工、机修钳工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工等近二十个主要工种。

在编写依据上，依据最新国家职业标准要求，紧扣职业技能鉴定考核要求编写。对没有国家职业标准，但社会需求量大且已单独培训和考核的职业，则以相关国家职业标准或地方鉴定标准和要求为依据编写。

在内容安排上，提炼应重点培训和复习的内容，突出“实用、够用”，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，掌握各种类型题的应试技巧和方法。

在作者选择上，共有十几个省、自治区、直辖市相关行业200多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和考工的专家参加编写。他们既了解技能鉴定的要求，又具有丰富的教材编写经验。

全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术院校、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家、工程技术人员、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们在编写这套培训教材时尽了很大努力，但教材中难免存在不足之处，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材编审委员会

前　　言

随着机电一体化技术的迅速发展，数控机床的应用已日趋普及，现代制造业广泛采用数控技术以提高工件的加工精度和生产率。随着数控机床的大量使用，社会对数控技术人才的需求量也越来越大。为了加强数控技能人员编程与操作的规范性，原劳动和社会保障部在以前相关标准的基础上，于 2005 年制定了数控车工的国家职业标准。各省市也在根据这些标准进行相应的技术等级鉴定。越来越多的数控机床操作人员通过技能鉴定考试取得了职业资格证书。但是，很多参加技能鉴定考核的人员对技能鉴定考点了解得还不是很清楚，而且目前市场上针对技能等级鉴定的图书还不是很多，为此我们组织有关专家编写了《数控车工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解》一书。

本教材是针对国家职业技能鉴定操作技能考试的需要，参照《国家职业标准　数控车工》（技师、高级技师）的要求，按技能考核鉴定点进行实战设计的。本教材共收录了 14 个职业技能鉴定样例，这些样例大都来自各省市及国家题库。每个样例着重分析了考核要求、加工准备与加工要求、相关加工工艺和编程方法，并且给出了 FANUC 0*i* 系统的参考程序，最后对样例中的考点进行了提炼。样例编排由浅入深，每个样例既有独立性，相互之间又有一定的内在联系。

本教材由张智敏任主编，张有力、李万红、韩英树参加编写。本教材在编写过程中得到了山东省、河南省、河北省、江苏省、上海市等地技能鉴定部门的大力支持，在此深表感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请广大读者给予批评指正。

编　者

目　　录

序
前言
国家职业标准对数控车工（技师、高级技师）的工作要求 ………………………… 1
通过职业技能鉴定考核的技巧……………………………………………………………… 5
职业技能鉴定样例 1 ………………………………………………………………………… 7
职业技能鉴定样例 2 ……………………………………………………………………… 19
职业技能鉴定样例 3 ……………………………………………………………………… 30
职业技能鉴定样例 4 ……………………………………………………………………… 43
职业技能鉴定样例 5 ……………………………………………………………………… 55
职业技能鉴定样例 6 ……………………………………………………………………… 67
职业技能鉴定样例 7 ……………………………………………………………………… 83
职业技能鉴定样例 8 ……………………………………………………………………… 97
职业技能鉴定样例 9 ……………………………………………………………………… 114
职业技能鉴定样例 10 …………………………………………………………………… 127
职业技能鉴定样例 11 …………………………………………………………………… 137
职业技能鉴定样例 12 …………………………………………………………………… 143
职业技能鉴定样例 13 …………………………………………………………………… 149
职业技能鉴定样例 14 …………………………………………………………………… 155
参考文献…………………………………………………………………………………… 162

国家职业标准对数控车工（技师、高级技师）的工作要求

技师

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、加工准备	（一）读图与绘图	1. 能绘制工装装配图 2. 能读懂常用数控车床的机械结构图及装配图	1. 工装装配图的画法 2. 常用数控车床的机械原理图及装配图的画法
	（二）制订加工工艺	1. 能编制高难度、高精密、特殊材料零件的数控加工多工种工艺文件 2. 能对零件的数控加工工艺进行合理性分析，并提出改进建议 3. 能推广应用新知识、新技术、新工艺、新材料	1. 零件的多工种工艺分析方法 2. 数控加工工艺方案合理性的分析方法及改进措施 3. 特殊材料的加工方法 4. 新知识、新技术、新工艺、新材料
	（三）零件定位与装夹	能设计与制造零件的专用夹具	专用夹具的设计与制造方法
	（四）刀具准备	1. 能够依据切削条件和刀具条件估算刀具的使用寿命 2. 根据刀具寿命计算并设置相关参数 3. 能推广应用新刀具	1. 切削刀具的选用原则 2. 延长刀具寿命的方法 3. 刀具新材料、新技术 4. 刀具使用寿命的参数设定方法
二、数控编程	（一）手工编程	能编制车削中心、车铣中心的三轴及三轴以上（含旋转轴）的加工程序	编制车削中心、车铣中心加工程序的方法
	（二）计算机辅助编程	1. 能用计算机辅助设计/制造软件进行车削零件的造型和生成加工轨迹 2. 能够根据不同的数控系统进行后置处理并生成加工代码	1. 三维造型和编辑 2. 计算机辅助设计/制造软件（三维）的使用方法
	（三）数控加工仿真	能够利用数控加工仿真软件分析和优化数控加工工艺	数控加工仿真软件的使用方法

（续）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
三、零件加工	（一）轮廓加工	1. 能编制数控加工程序车削多拐曲轴达到以下要求： （1）直径公差等级：IT6 （2）表面粗糙度：$Ra1.6\mu m$ 2. 能编制数控加工程序对适合在车削中心加工的带有车削、铣削等工序的复杂零件进行加工	1. 多拐曲轴车削加工的基本知识 2. 车削加工中心加工复杂零件的车削方法
	（二）配合件加工	能进行两件（含两件）以上具有多处尺寸链配合的零件加工与配合	多尺寸链配合的零件加工方法
	（三）零件精度检验	能根据测量结果对加工误差进行分析并提出改进措施	1. 精密零件的精度检验方法 2. 检具设计知识
四、数控车床维护与精度检验	（一）数控车床维修	1. 能实施数控车床的一般维修 2. 能借助字典阅读数控设备的主要外文信息	1. 数控车床常用机械故障的维修方法 2. 数控车床专业外文知识
	（二）数控车床故障诊断和排除	1. 能排除数控车床机械、液压、气压和冷却系统的一般故障 2. 能排除数控车床控制与电器系统的一般故障 3. 能够排除数控车床刀架的一般故障	1. 数控车床液压、气压元件的维修方法 2. 数控车床电器元件的维修方法 3. 数控车床数控系统的基本原理 4. 数控车床刀架维修方法
	（三）机床精度检验	1. 能利用量具、量规对机床定位精度、重复定位精度、主轴精度、刀架的转位精度进行精度检验 2. 能根据机床切削精度判断机床精度误差	1. 机床定位精度检验、重复定位精度检验的内容及方法 2. 机床动态特性的基本原理
五、培训与管理	（一）操作指导	能指导本职业中级、高级工进行实际操作	操作指导书的编制方法
	（二）理论培训	1. 能对本职业中级、高级和技师进行理论培训 2. 能系统地讲授各种切削刀具的特点和使用方法	1. 培训教材编写方法 2. 切削刀具的特点和使用方法
	（三）质量管理	能在本职工作中认真贯彻各项质量标准	相关质量标准
	（四）生产管理	能协助部门领导进行生产计划、调度及人员的管理	生产管理基本知识
	（五）技术改造与创新	能够进行加工工艺、夹具、刀具的改进	数控加工工艺综合知识

高级技师

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、工艺分析与设计	（一）读图与绘图	1. 能绘制复杂工装装配图 2. 能读懂常用数控车床的电气、液压原理图	1. 复杂工装设计方法 2. 常用数控车床电气、液压原理图的画法
	（二）制订加工工艺	1. 能对高难度、高精密零件的数控加工工艺方案进行优化并实施 2. 能编制多轴车削中心的数控加工工艺文件 3. 能够对零件加工工艺提出改进建议	1. 复杂、精密零件加工工艺的系统知识 2. 车削中心、车铣中心加工工艺文件编制方法
	（三）零件定位与装夹	能对现有的数控车床夹具进行误差分析并提出改进建议	误差分析方法
	（四）刀具准备	能根据零件要求设计刀具，并提出制造方法	刀具的设计与制造知识
二、零件加工	（一）异形零件加工	能解决高难度（如十字座类、连杆类、叉架类等异形零件）零件车削加工的技术问题，并制订工艺措施	高难度零件的加工方法
	（二）零件精度检验	能制订高难度零件加工过程中的精度检验方案	在机械加工全过程中影响质量的因素及提高质量的措施
三、数控车床维护与精度检验	（一）数控车床维修	1. 能组织并实施数控车床的重大维修 2. 能借助字典看懂数控设备的主要外文技术资料 3. 能针对机床运行现状合理调整数控系统相关参数	1. 数控车床大修方法 2. 数控系统机床参数信息表
	（二）数控车床故障诊断和排除	1. 能分析数控车床机械、液压、气压和冷却系统故障产生的原因，并能提出改进措施减少故障率 2. 能根据机床电路图或可编程序控制器（PLC）梯形图检查出故障发生点，并提出机床维修方案	1. 数控车床数控系统的控制方法 2. 数控机床机械、液压、气压和冷却系统结构调整和维修方法 3. 机床电路图使用方法 4. 可编程序控制器（PLC）的使用方法
	（三）机床精度检验	1. 能利用激光干涉仪或其他设备对数控车床进行定位精度、重复定位精度、导轨垂直平行度的检验 2. 能通过调整和修改机床参数对可补偿的机床误差进行精度补偿	1. 激光干涉仪的使用方法 2. 误差统计和计算方法 3. 数控系统中机床误差的补偿方法
	（四）数控设备网络化	能借助网络设备和软件系统实现数控设备的网络化管理	数控设备网络接口及相关技术

（续）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
四、培训与管理	（一）操作指导	能指导本职业中级、高级工和技师进行实际操作	操作理论教学指导书的编写方法
	（二）理论培训	能对本职业中级、高级工和技师进行理论培训	教学计划与大纲的编制方法
	（三）质量管理	能应用全面质量管理知识，实现操作过程的质量分析与控制	质量分析与控制方法
	（四）技术改造与创新	能够组织实施技术改造和创新，并撰写相应的论文	科技论文撰写方法

通过职业技能鉴定考核的技巧

职业技能鉴定考试不是一个精品考试，而是一个合格考试，即不要求操作者得满分，只要求操作者达到及格线即可。因此，操作者在应会操作过程中一定要注意应试技巧，从而顺利通过相应的技能鉴定应会考核。

1. 实操考核的操作要求

在职业技能鉴定考试过程中，为了取得较好的应会操作成绩，对操作者提出了较高的操作要求，即要求操作者在实操过程中以最合理的工艺方案、最有效的精度保证、最佳的刀具路径、最短的时间完成试件加工。

1）最合理的工艺方案。最合理的工艺方案是指采用最少的进给次数，实现最快捷的去除方式、最方便的工件自检，同时又能在规定时间内完成试件加工的工艺方案。

2）最有效的精度保证。精度是零件加工中最重要的指标，精度决定零件价值。在实操过程中，操作者应合理安排加工顺序，灵活运用各种加工刀具，注意装夹对试件加工精度的影响，从实际出发分配粗、精加工余量，适时调整切削参数，充分利用各种量具和数控系统功能，及时对试件进行直接或间接测量，确保工件加工精度和配合精度。

3）最佳的刀具路径。最佳的刀具路径是指在保证加工精度和表面粗糙度的前提下，数值计算最简单、进给路线最短、空行程少、编程量小、程序短、简单易行的刀具路径。

4）最短的时间。熟练的操作、快捷的编程、选择正确的切入点、合理使用刀具、优选切削用量、把握加工节奏、粗精加工分开等因素是力争在规定时间内完成加工项目的重要保障。

2. 实操考核的应试策略

良好的数控职业技能鉴定应试策略也是顺利通过职业技能考核的关键，常用的实操应试策略如下：

1）确定加工流程。在加工过程中应全盘考虑每一个表面的加工次序，绝对不能出现工件加工到一半无法继续加工的情况。

2）注意各项精度配分值的大小。通过合理分析配分表并根据考试时间要求，选择配分大、容易保证的尺寸进行精加工，而适当放弃一些配分小、加工难度大的尺寸。

3）把加工程序分细。由于职业技能鉴定应会考试是单件操作，因此可以用多个程序来完成一道工序。加工过程中可以分成一把刀一个程序，也可以分成一个加

工要素一个程序，这样做既方便校正程序，又方便修正加工精度。

4）尽可能多用固定循环。采用复合固定循环进行编程，可以使加工程序得到简化，减少程序的输入错误。此外，有些固定循环，如螺纹加工复合固定循环还可以达到优化刀具轨迹的目的。

5）采用手动操作及 MDI 操作来完成部分切削工作。某些特定的加工，如去除毛坯余量、端面切削、钻孔等操作，采用手动操作显然要比编程操作更简单、更省事。

6）选用合理的切削用量参数。选择切削用量参数时，可以按经验选取估算值，不必精确，但选择时应适当保守一些，即取偏小值，然后在加工过程中通过机床面板上的按钮进行调整。

7）保证程序的正确性。在正式加工前，采取“锁住机床空运行”的方式校验程序，并且在显示屏上进行刀具轨迹的绘制。对于这一步操作，最好不要省略。

8）分段实施，分步推进。实操考试切忌两个极端：一个是没有看清图样上的加工要求，在没有对照配分表和未推敲加工方案的情况下就开始加工，从而导致无法弥补的工艺错误；另一个是迟迟不动手，看图细之又细，方案慎之又慎，自以为“稳扎稳打”，实则延误了时机，导致无法在规定时间内完成工件。

9）安全第一。确保人身和机床的安全，这是不容置疑的。在考核过程中注意工件和刀具的安全也很重要，为此，在考试过程中一定要保证程序的正确性、安装的牢靠性和操作的规范性。

职业技能鉴定样例 1

考核目标

1）掌握工艺螺纹的应用方法。

2）掌握基点的计算方法。

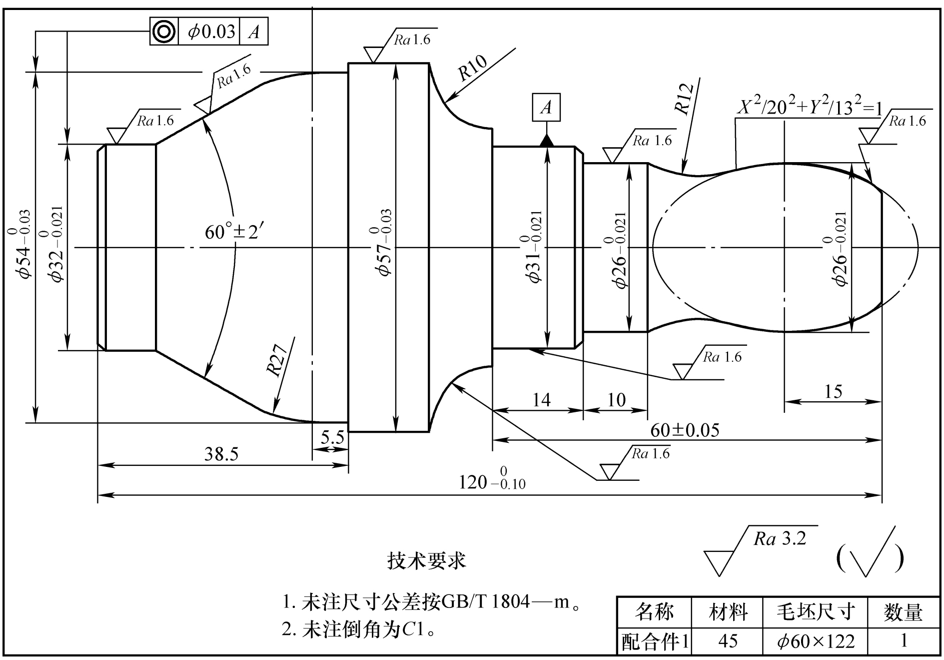
3）掌握宏程序的应用方法。

4）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

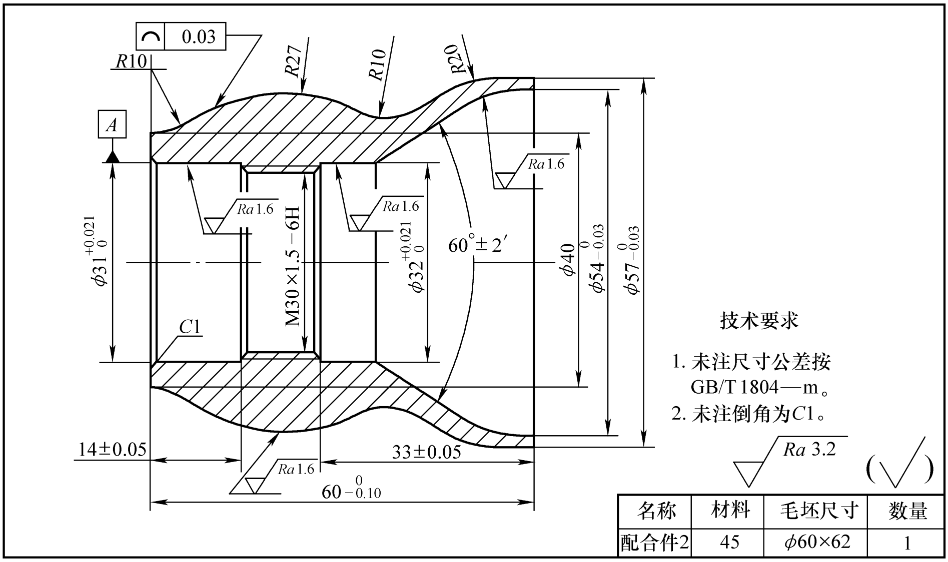
加工图 1-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



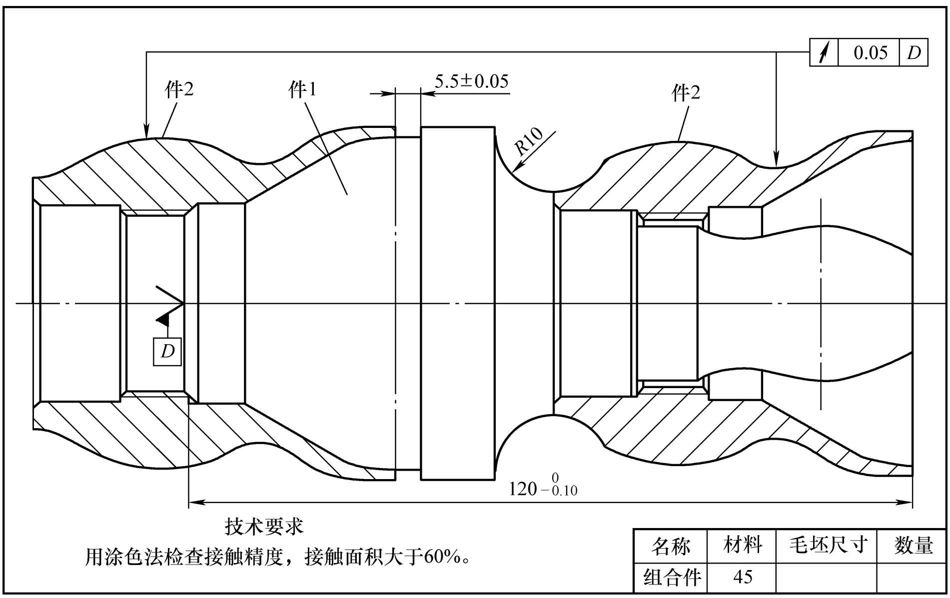
a)

图 1-1　零件图

a）件 1 零件图



b)



c)

图 1-1 零件图（续）

b）件 2 零件图 c）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

表 1-1　操作技能考核总成绩表

序号	考核项目	配分	得分	总分
1	现场操作规范	10		
2	工件质量	90		

2）现场操作规范评分见表 1-2。

表 1-2　现场操作规范评分表

序号	考核项目	配分	评分标准	得分
1	机床安全操作规程	4	每违反一项规定扣 2 分	
2	工件、刀具的装夹	2	出现一处错误不得分	
3	刀具、工具、量具的规范放置	2	出现一处错误不得分	
4	机床、场地的整理	2	出现一处错误不得分	
合　计				

3）工件质量评分见表 1-3。

表 1-3　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi 54_{-0.03}^{0}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
2		$\phi 57_{-0.03}^{0}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
3		$\phi 32_{-0.021}^{0}$ mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
4		$\phi 31_{-0.021}^{0}$ mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
5		$2 \times \phi 26_{-0.021}^{0}$ mm	10	超差一处扣 5 分	
6		$60° \pm 2'$	2	超差不得分	
7		60mm ± 0.05mm	3	超差不得分	
8		$120_{-0.10}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
9		R27mm、R10mm	4	超差不得分	
10		椭圆轮廓	2	超差不得分	
11		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
12	件 2	$\phi 54_{-0.03}^{0}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
13		$\phi 57_{-0.03}^{0}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
14		$\phi 31_{0}^{+0.021}$ mm	4	超差 0.01mm 扣 1 分	
15		$\phi 32_{0}^{+0.021}$ mm	4	超差 0.01mm 扣 1 分	
16		$60° \pm 2'$	2	超差不得分	
17		14mm ± 0.05mm	2	超差不得分	
18		33mm ± 0.05mm	2	超差不得分	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
19	件 2	$60_{-0.10}^{0}$mm	2	超差不得分	
20		M30×1.5－6H	4	超差不得分	
21		R10mm、R20mm、R27mm	3	超差一处扣 1 分	
22		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
23	组合	R10mm 圆弧完整	2	超差不得分	
24		组合 $120_{-0.10}^{0}$mm	2	超差不得分	
25		5.5mm±0.05mm	2	超差不得分	
26		接触面积	2	超差不得分	
27		跳动量 0.05mm	2	超差不得分	
28	表面粗糙度	Ra1.6μm	2	超差一处扣 2 分，不倒扣	
29		Ra3.2μm	2	超差一处扣 2 分，不倒扣	
30	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
31	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
32	其他项目	工件完整、局部无缺陷	2	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	2	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 1-4）

表1-4　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件1毛坯材料	45钢，ϕ60mm×122mm	件	1	
3	件2毛坯材料	45钢，ϕ60mm×62mm 钻出 ϕ24mm 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表1-5）

表1-5　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～150	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各1	
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M30×1.5－6H	1	
5	百分表	0.01/0～10	1	
6	磁性表座		1	
7	半径样板	R7～R14.5，R15～R25	各1	
8	椭圆样板	长轴20，短轴13	1	
9	内径量表	0.01/18～35	1	
10	塞尺	0.02～1	1副	
11	外圆车刀	93°、45°	各1	
12	不重磨外圆车刀	R型、V型、T型、S型刀片	各1	选用
13	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各1	
14	内、外切槽刀	刀宽2	各1	
15	内孔车刀	ϕ20不通孔、ϕ20通孔	各1	
16	麻花钻	中心钻，ϕ10、ϕ20、ϕ24	各1	
17	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各1	
18	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为45钢。毛坯分别为ϕ60mm×122mm和ϕ60mm×62mm，钻出ϕ24mm的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件1和工件2的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件1：

轮廓加工。不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为$\phi54_{-0.03}^{0}$mm，$\phi57_{-0.03}^{0}$mm，$\phi32_{-0.021}^{0}$mm，$\phi31_{-0.021}^{0}$mm，2×$\phi26_{-0.021}^{0}$mm，60°±2′，60mm±0.05mm，$120_{-0.10}^{0}$mm，R10mm，R12mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为Ra1.6μm，其余表面粗糙度值为Ra3.2μm。

工件2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为$\phi57_{-0.03}^{0}$mm，$\phi54_{-0.03}^{0}$mm，$60_{-0.10}^{0}$mm，ϕ40mm，R10mm，R20mm，R27mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为Ra1.6μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为$\phi31_{0}^{+0.021}$mm，$\phi32_{0}^{+0.021}$mm，60°±2′，14mm±0.05mm，33mm±0.05mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为Ra1.6μm。

2）螺纹加工。一组内螺纹M30×1.5－6H，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）件2外轮廓加工。在加工完件2内轮廓后，外轮廓采用螺纹组合的加工方法进行加工，但由于件1没有外螺纹，因此，加工件1右端外轮廓时，应先加工出工艺螺纹（见图1-2），待组合加工完成件2外轮廓后，再将工艺螺纹车去。

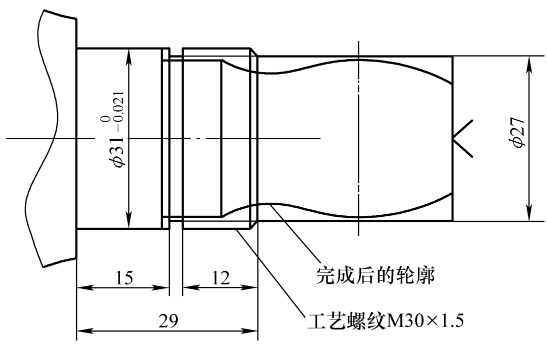
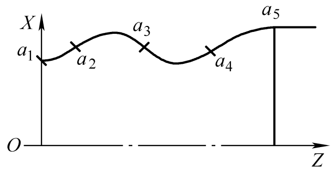


图1-2　工艺螺纹

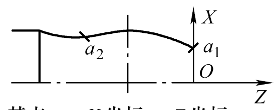
2）基点计算。采用CAD绘图的方法分析基点坐标，得出的局部轮廓的基点坐标如图1-3所示。

3）椭圆轮廓加工。加工椭圆轮廓时，以Z坐标作为自变量，X坐标作为因变



基点	X 坐标	Z 坐标
a_1	ϕ40	0
a_2	ϕ51.114	10.225
a_3	ϕ46.772	22.5
a_4	ϕ45.666	36.974
a_5	ϕ57	50.922

a)



基点	X 坐标	Z 坐标
a_1	ϕ17.20	0
a_2	ϕ22.26	−25.34

b)

图 1-3　局部基点坐标分析

量。Z 坐标的增量为 −0.1mm，根据公式得出 $X = 13 \times \sqrt{400 - Z \times Z}/20$。采用以上公式编程时，应注意曲线公式中的坐标值与工件坐标系中坐标值之间的转换。编程过程中使用的变量如下：

#101　非圆曲线公式中的 Z 坐标值，初始值为 15.0；

#102　非圆曲线公式中的 X 坐标值（半径量），初始值为 8.60；

#103　非圆曲线在工件坐标系中的 Z 坐标值，其值为#101 −15.0；

#104　非圆曲线在工件坐标系中的 X 坐标值（直径量），其值为#102 ×2。

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分五道工序完成：

工序一：加工件 2 右端内轮廓，保证尺寸 $\phi32^{+0.021}_{0}$mm，R27mm，60° ±2′，同时车削通孔 ϕ28mm，以保证下一工序的校正表面。

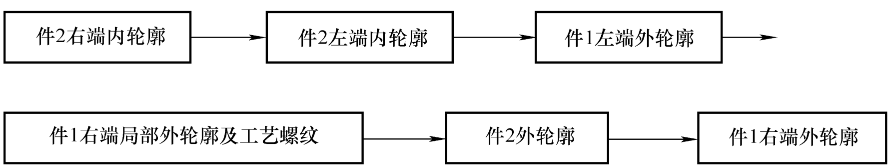
工序二：掉头装夹件 2，以 ϕ28mm 内孔表面校正工件，加工件 2 左端内轮廓，保证尺寸 $\phi31^{+0.021}_{0}$mm，M30 ×1.5 −6H，保证螺纹与内孔的同轴度。

工序三：采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 左端外轮廓，保证各项精度要求，同时保证 ϕ57mm 外圆的长度尺寸大于 60mm，以保证下一工序的校正表面，加工过程中用件 2 进行试配。

工序四：掉头装夹加工件 1 右端外轮廓，以 ϕ57mm 外圆表面校正工件，车削局部外轮廓及辅助工艺螺纹，保证尺寸 $\phi31^{0}_{-0.021}$mm，R10mm。螺纹配合安装件 2，加工件 2 外轮廓以满足各项精度要求。

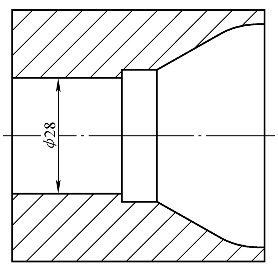
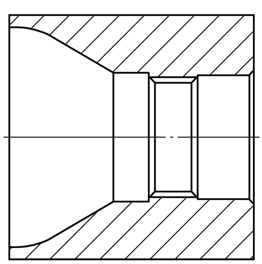
工序五：采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 右端外轮廓，用件 2 试配。

具体的加工路线如下：

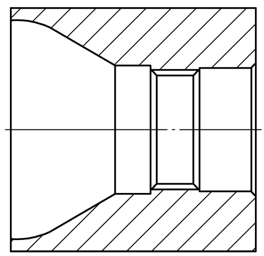
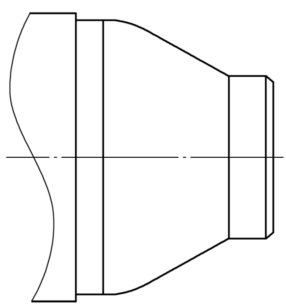


四、程序编制（见表1-6）

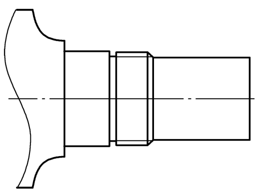
表1-6 参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件2右端内轮廓		O0011; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G01 Z0.0 F0.1; X20.0; Z1.0; G00 X100.0 Z100.0; T0202 S600; G00 X22.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P80 Q170 U-0.3 W0.0 F0.1; N80 G41 G00 X62.0 S1200 F0.05; G01 Z0.0; X53.0; G03 X51.16 Z-8.64 R27.0; G01 X32.0 Z-25.24; Z-34.0; X28.0; Z-62.0; X25.0; N170 G40; G70 P80 Q170; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	加工件2右端内轮廓，首先用$\phi24$mm麻花钻加工车削底孔，保证尺寸$\phi32_{-0.021}^{0}$mm，60°±2′，$R27$mm，同时车削通孔$\phi28$mm T0101为外圆车刀
2	件2左端内轮廓		O0012; G99 G21 G40; T0202; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X23.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P80 Q170 U-0.3 W0.0 F0.1; N80 G41 G00 X33.0 Z0.0; G01 X31.0 Z-1.0; Z-14.0;	掉头装夹件2，以$\phi28$mm内孔表面校正工件，加工件2左端内轮廓，保证尺寸$\phi31_{0}^{+0.021}$mm，M30×1.5-6H，同时还保证了螺纹与内孔的同轴度 T0202为内孔车刀，T0303为内螺纹车刀

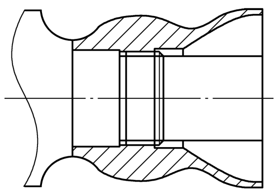
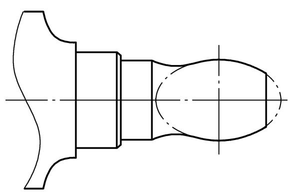
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件 2 左端内轮廓		X28.5； Z－28.0； N170 G40 X24.0； G70 P80 Q170； G00 X100.0 Z100.0； T0303 S600； G00 X28.0 Z－11.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X31.95 Z－28.0 P975 Q400 F1.5； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	掉头装夹件 2，以 ϕ28mm 内孔表面校正工件，加工件 2 左端内轮廓，保证尺寸 $\phi31^{+0.021}_{0}$ mm，M30×1.5－6H，同时还保证了螺纹与内孔的同轴度 T0202 为内孔车刀，T0303 为内螺纹车刀
3	件 1 左端外轮廓		O0013； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X62.0 Z2.0； G01 Z0.0 F0.1； X－1.0； Z1.0； G00 X62.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q200U0.3 W0.0 F0.1； N80 G42 G00 X28.0 S1200 F0.05； Z0.0； G01 X32.0 Z－2.0； Z－8.76； X51.16 Z－25.36； G03 X54.0 Z－33.0 R27.0； G01 Z－38.5； X57.0； Z－100.5； N200 G40 G00 X60.0； G70 P80 Q200； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 左端外轮廓，保证各项精度要求，同时保证 ϕ57mm 外圆的长度尺寸大于 60mm，以保证下一工步的校正表面，加工过程中可以用件 2 进行试配

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件 1 右端局部外轮廓及工艺螺纹		O0014; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G01 Z0.0 F0.1; X-1.0; Z1.0; G00 X62.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P80 Q200 U0.3 W0.0 F0.1; N80 G42 G00 X29.0 S1200 F0.05; G01 Z-31.0; X29.85; Z-45.0; X31.0; Z-60.0; X37.0; G02 X57.0 W-10.0 R10.0; N200 G40 G01 X58.0; G70 P80 Q200; G00 X100.0 Z100.0; T0404 S500; G00 X32.0 Z-45.0; G01 X28.0; X32.0; G00 X100.0 Z100.0; T0505 S600; G00 X28.0 Z-28.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X28.05 Z-44.0 P975 Q400 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	掉头装夹，以 ϕ57mm 外圆表面校正工件，车削局部外轮廓及辅助工艺螺纹，保证尺寸 $\phi 31_{-0.021}^{0}$ mm，R10mm T0404 为切槽刀，T0505 为外螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件 2 外轮廓		O0015; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G73 U10.0 W0 R10; G73 P80 Q200 U0.5 W0.0 F0.1; N80 G00 G42 X57.0 S1500 F0.05; G01 Z-9.18; G03 X45.67 Z-13.03 R20.0; G02 X46.77 Z-37.5 R10.0; G03 X51.11 Z-49.77 R10.0; G02 X40.0 Z-60.0 R10.0; G01 Z-61.0; N200 G40 X62.0; G70 P80 Q200; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	不拆除件 1，螺纹配合安装件 2，加工件 2 外轮廓，保证件 2 外轮廓的各项精度要求
6	件 1 右端外轮廓		G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X32.0 Z2.0; G73 U10.0 W0 R10; G73 P80 Q200 U0.5 W0.0 F0.1; N80 G00 G42 X18.0 S1500 F0.05; #101=15.04; N120 #102 = SQRT [400.0 - #101 * #101] *13.0/20.0; #103=#101-15.0; #104=#102*2; G01 X#104 Z#103 F0.1; #101=#101-0.1; IF [#101GE-10.34] GOTO120; G02 X26.0 Z-36.0 R12.0; G01 Z-46.0; X29.0; X31.0 Z-47.0; Z-60.0; X37.0; G02 X57.0 Z-70.0 R10.0; N200 G00 G40 X58.0; G70 P80 Q200; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	仍采用一夹一顶的方式加工件 1 右端外轮廓，用件 2 试配

五、样例小结

加工本例工件时，工艺分析是关键，通过工艺分析，选择合适的加工工艺，通过工艺来保证零件的各项加工精度。如果不进行工艺分析即将件 1 加工完毕，则很难对件 2 的外轮廓进行加工。

职业技能鉴定样例 2

考核目标

1）掌握梯形槽的加工方法。

2）掌握螺纹组合的装夹方式。

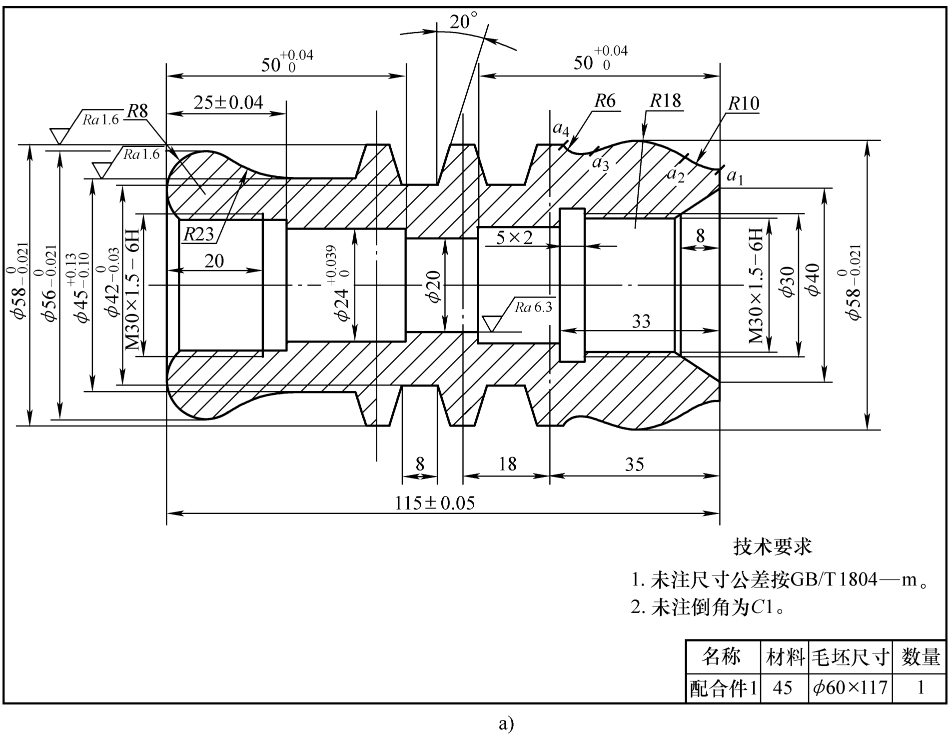
3）掌握宏程序的应用方法。

4）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

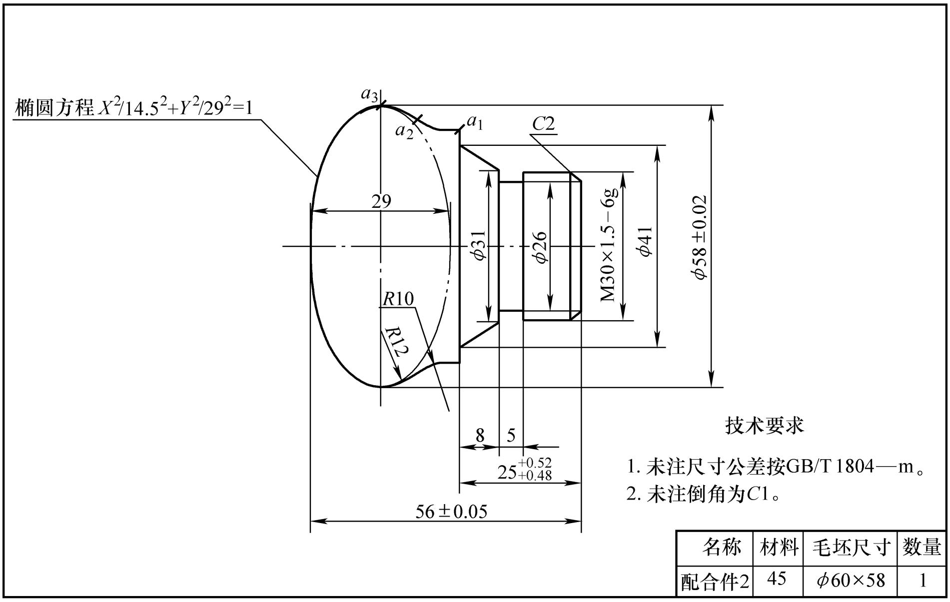
加工图 2-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



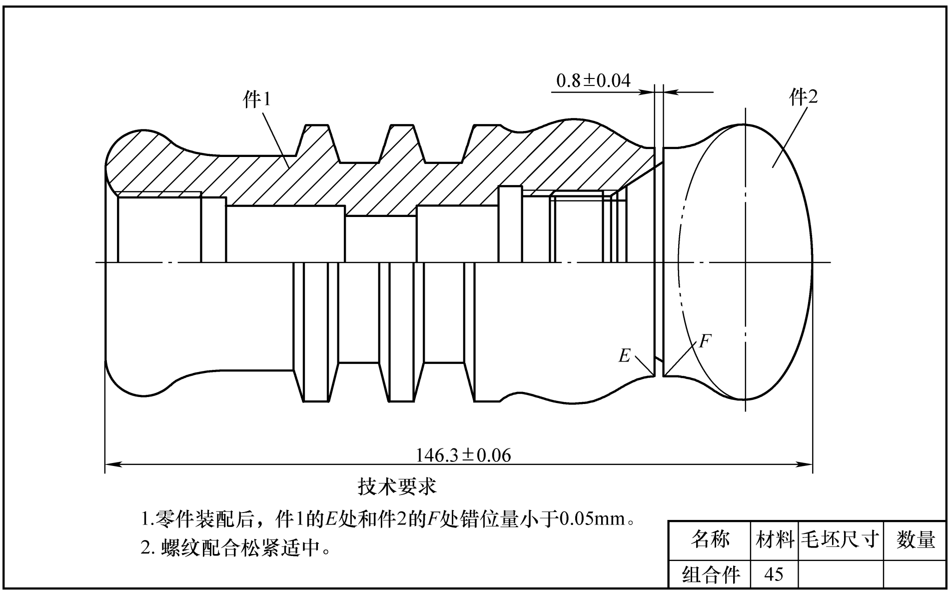
a)

图 2-1 零件图

a）件 1 零件图



b)



c)

图 2-1 零件图（续）

b）件 2 零件图 c）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 2-1。

表 2-1 工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi 56_{-0.021}^{0}$mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
2		$\phi 42_{-0.03}^{0}$mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
3		$\phi 45_{-0.10}^{+0.13}$mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
4		$R8$mm 等圆弧	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
5		20°梯形槽	6	超差一处扣 3 分	
6		M30 × 1.5 − 6H	3	超差不得分	
7		$\phi 24_{0}^{+0.039}$mm	3	超差不得分	
8		115mm ± 0.05mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
9		25mm ± 0.04mm	4	超差不得分	
10		$50_{0}^{+0.04}$mm	2	超差不得分	
11		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
12	件 2	$\phi 58$mm ± 0.02mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
13		M30 × 1.5 − 6g	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
14		56mm ± 0.05mm	4	超差 0.01mm 扣 1 分	
15		$25_{+0.48}^{+0.52}$mm	4	超差 0.01mm 扣 1 分	
16		椭圆轮廓	2	超差不得分	
17		$R10$mm、$R12$mm	4	超差不得分	
18		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
19	组合	组合 146.3mm ± 0.06mm	4	超差不得分	
20		组合 0.8mm ± 0.04mm	4	超差不得分	
21		E、F 错位量	4	超差不得分	
22		螺纹配合适中	2	超差不得分	
23		圆锥配合良好	2	超差不得分	
24	表面粗糙度	$Ra1.6\mu m$	4	超差一处扣 2 分，不倒扣	
25		$Ra6.3\mu m$	4	超差一处扣 2 分，不倒扣	
26	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
26	程序编制	刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
27	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
28	其他项目	工件完整、局部无缺陷	2	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	2	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 2-2）

表 2-2　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，ϕ60mm × 117mm	件	1	
3	件 2 毛坯材料	45 钢，ϕ60mm × 58mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 2-3）

表 2-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0 ~ 150	1	
2	千分尺	0.01/0 ~ 25、0.01/25 ~ 50、0.01/50 ~ 75	各 1	
3	游标万能角度尺	2′/0 ~ 320°	1	
4	螺纹塞规	M30 × 1.5 − 6H	1	
5	百分表	0.01/0 ~ 10	1	
6	磁性表座		1	
7	半径样板	*R*7 ~ *R*14.5，*R*15 ~ *R*25	各 1	
8	椭圆样板	长轴 29，短轴 14.5	1	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
9	内径量表	0.01/18～35，0.01/35～50	各 1	
10	塞尺	0.02～1	1 副	
11	外圆车刀	93°、45°	各 1	
12	不重磨外圆车刀	35°菱形刀片	1	
13	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	
14	内、外切槽刀	刀宽 3	各 1	
15	内孔车刀	ϕ16 不通孔、ϕ16 通孔	各 1	
16	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ22	各 1	
17	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
18	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯分别为 ϕ60mm×117mm 和 ϕ60mm×58mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件 1 和工件 2 的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件 1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi56_{-0.021}^{\ 0}$ mm，$\phi45_{-0.10}^{+0.13}$ mm，115mm ± 0.05mm，R6mm，R8mm，R10mm，R18mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi24_{\ 0}^{+0.039}$ mm，ϕ20mm，ϕ30mm，ϕ40mm，$50_{\ 0}^{+0.04}$ mm，25mm ± 0.04mm，8mm，33mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 Ra6.3μm。

2）槽加工。一组内沟槽 5mm×2mm，表面粗糙度值为 Ra12.5μm。

3）螺纹加工。两组内螺纹 M30×1.5－6H，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 ϕ58mm ± 0.02mm，56mm ± 0.05mm，$25_{+0.48}^{+0.52}$ mm，ϕ31mm，ϕ41mm，R10mm，R12mm。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 ϕ26mm，5mm。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M30×1.5－6g，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）梯形槽的加工。加工梯形槽的刀具轨迹如图 2-2 所示，先采用切槽循环指令加工出直槽，然后利用左刀尖通过轨迹 *P*—*A*—*B* 加工出左侧梯形面，再利用右刀尖通过轨迹 *Q*—*C*—*D* 加工出右侧梯形面。加工过程中应注意 *Z* 方向的最大加工余量需小于刀具宽度（本例 *Z* 向最大加工余量为 2.91mm，小于 3mm 的刀具宽度）。

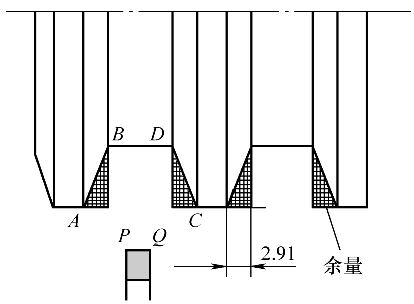


图 2-2　精加工梯形槽

2）件 2 外轮廓加工。件 2 外轮廓及件 1 右侧外轮廓均采用螺纹组合的装夹方式进行加工，这样既可保证件 2 圆弧形外轮廓的精度，又可保证工件配合后的错位量。

3）椭圆轮廓加工。加工椭圆轮廓时，以 *Z* 坐标作为自变量，*X* 坐标作为因变量。*Z* 坐标的增量为 －0.1mm，根据公式得出 $X=29\times\sqrt{210.25-Z\times Z}/14.5$。采用以上公式编程时，应注意曲线公式中的坐标值与工件坐标系中坐标值之间的转换。编程过程中使用的变量如下：

#101　非圆曲线公式中的 *Z* 坐标值，初始值为 14.5；

#102　非圆曲线公式中的 *X* 坐标值（半径量），初始值为 14.5；

#103　非圆曲线在工件坐标系中的 *Z* 坐标值，其值为#101－14.5；

#104　非圆曲线在工件坐标系中的 *X* 坐标值（直径量），其值为 #102×2。

4）基点计算。采用 CAD 绘图的方法分析基点坐标，得出的局部轮廓的基点坐标如下。

件 1 右端外轮廓各点的坐标分别为：

a_1（ϕ47.828，0）；a_2（ϕ51.42，－4.94）；a_3（ϕ52，－25.26）；a_4（ϕ56，－33.41）。

件 2 轮廓各点的坐标分别为：

a_1（ϕ47.828，16）；a_2（ϕ52.46，8.74）；a_3（ϕ58，0）。

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分四道工序完成：

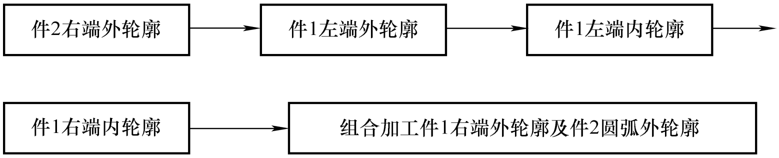
工序一：加工件 2 右端外轮廓，保证螺纹及圆锥面的各项精度。

工序二：采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 左端外轮廓（包括梯形槽），保证各项尺寸精度。松开顶尖，加工件 1 左端内轮廓。

工序三：掉头以梯形槽的外圆表面装夹，加工件 1 右端内轮廓，用件 2 试配，保证螺纹配合及圆锥配合精度，同时保证配合后的长度尺寸 0.8mm±0.04mm。

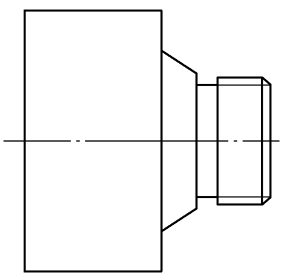
工序四：组合加工件 1 右端外轮廓和件 2 圆弧外轮廓。

具体的加工路线如下：

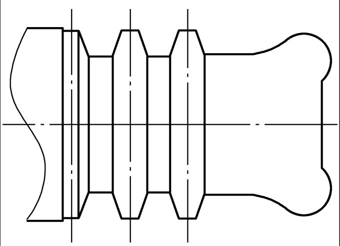


四、程序编制（见表 2-4）

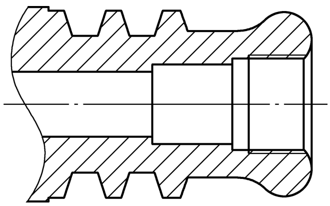
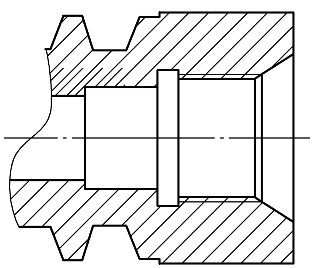
表 2-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 2 右端外轮廓		O0021; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G01 Z0.0 F0.1; X－1.0; Z1.0; G00 X62.0 Z2.0; G71 U1.5 R0.5; G71 P80 Q170 U0.5 W0.0 F0.2; N80 G42 G00 X62.0 S1500 F0.05; G01 Z0.0; X25.85; X29.85 Z－2.0; Z－17.5; X31.0; X41.0 Z－25.5; N170 G40 G01 X62.0; G70 P80 Q170; G00 X100.0 Z100.0; T0202 S600; G00 X32.0 ; Z－15.5; G75 R0.5; G75 X26.0Z－17.5 P1500 Q2000 F0.1; G00 X100.0 Z100.0; T0303 S600; G00 X32.0 Z2.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X28.05 Z－15.5 P975 Q400 F1.5; M05 M09; M30;	加工件 2 右端外轮廓，保证螺纹及圆锥面的各项精度 T0101 为外圆车刀；T0202 为外切槽刀，刀宽为 3mm

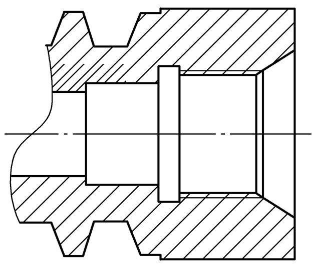
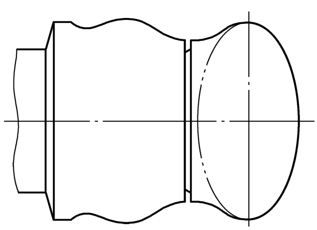
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件1左端外轮廓		O0022; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G01 Z0.0 F0.1; X-1.0; Z1.0; G00 X58.0; G01 Z-90.0; G00 X60.0; Z0.0; G01 X48.0; G02 X56.0 Z-8.0 R8.0; G03 X45.0 Z-25.0 R23.0; G01 X62.0; G00 X100.0 Z100.0; T0202 S600; G00 X62.0 Z-27.5; G75 R0.5; G75 X45.0 Z-39.0 P1500 Q2000 F0.1; G00 X58.0 Z-41.91; G01 X45.0 Z39.0; G00 X60.0; Z-52.0; G75 R0.5; G75 X42.0 Z-57.0 P2000 Q2000 F0.1; G01 X58.0 Z-49.09; X42.0 Z-52.0; G00 X60.0; G01 X58.0 Z-59.91; X42.0 Z-57.0; G00 X60.0; Z-70.0; G75 X42.0 Z-75.0 P2000 Q2000 F0.1; G01 X58.0 Z-67.09; X42.0 Z-70.0; G00 X60.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	采用一夹一顶的装夹方式加工件1左端外轮廓（包括梯形槽），保证各项尺寸精度

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件 1 左端内轮廓		O0023； G99 G21 G40； T0303； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X28.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q200 U－0.3 W0.0 F0.1； N80 G41 G00 X48.0 S1200 F0.05； Z0.0； G02 X28.5 Z－2.0 R8.0； G01 Z－25.0； X24.0； Z－50.0； X19.0； N200 G40； G70 P80 Q200； G00 X100.0 Z100.0； T0404 S600； G00 X28.0 Z1.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X31.95 Z－23.0 P975 Q400 F1.5； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	松开顶尖，加工件 1 左端内轮廓，加工时注意选用较小的背吃刀量 T0303 为内孔车刀，T0404 为内螺纹车刀
4	件 1 右端内轮廓		O0024； G99 G21 G40； T0303； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X22.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q200 U－0.3 W0.0 F0.1； N80 G41 G00 X40.0 S1200 F0.05； Z0.0； G01 X30.0 Z－8.0； X29.0； X28.5 Z－9.0； Z－33.0； X24.0； Z－52.0；	掉头以梯形槽的外圆表面装夹（注意用铜皮包裹外圆表面，以防夹伤），加工件 1 右端内轮廓，用件 2 试配，保证螺纹配合及圆锥配合精度，同时保证配合后的长度尺寸 0.8mm ±0.04mm T0505 为内切槽刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件1右端内轮廓		N200 G40； G70 P80 Q200； G00 X100.0 Z100.0； T0505 S500； G00 X28.0； Z－31.0； G01 X32.0； G00 X28.0； Z－33.0； G01 X32.0； G00 Z2.0； G00 X100.0 Z100.0； T0404 S500； G00 X28.0； Z－5.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X31.95 Z－31.0 P975 Q400 F1.5； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09 M30；	掉头以梯形槽的外圆表面装夹（注意用铜皮包裹外圆表面，以防夹伤），加工件1右端内轮廓，用件2试配，保证螺纹配合及圆锥配合精度，同时保证配合后的长度尺寸0.8mm±0.04mm T0505为内切槽刀
5	组合加工件1右端外轮廓及件2圆弧外轮廓		O0025； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； G00 X62.0 Z2.0； G73 U10.0 W0 R10； G73 P80 Q200 U0.5 W0.0 F0.1； N80 G00 G42 X18.0 S1500 F0.05； #101＝14.5； N120 #102 ＝ SQRT［210.25 － #101 ＊#101］＊29/14.5； #103＝#101－14.5； #104＝#102＊2； G01 X#104 Z#103 F0.1； #101＝#101－0.1； IF［#101GE0.0］GOTO120； G03 X52.46 Z－23.24 R12.0； G02 X47.828 Z30.5 R10； G01 Z－31.3； G03 X51.42 Z－35.44 R10.0； X52.0 Z－55.76； G02 X56.30 Z－63.91 R6.0； G01 X58.0； N200 G00 G40 X60.0； G70 P80 Q200； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	组合加工件1右端外轮廓及件2圆弧外轮廓

五、样例小结

合理的零件图样分析是高质量完成工件的前提，零件图样分析的主要内容有尺寸精度分析、几何精度分析、表面粗糙度分析等内容。正确的工艺分析也是高质量完成工件的关键，工艺分析的主要内容有编程原点的确定、加工方案及加工路线的制订、工件的定位及装夹、刀具的选用等内容。

职业技能鉴定样例 3

考核目标

1）掌握半圆槽的加工方法。

2）掌握偏心工件的加工方法。

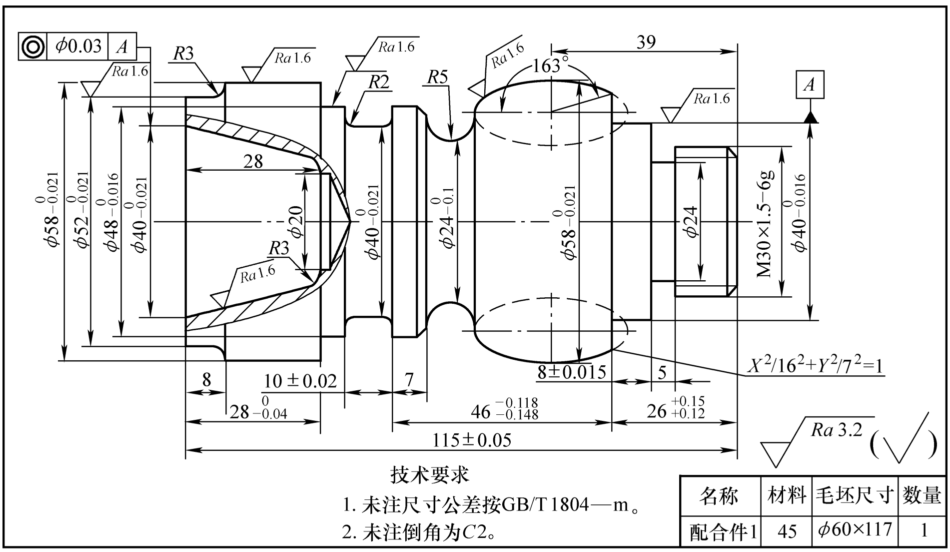
3）掌握宏程序的应用方法。

4）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

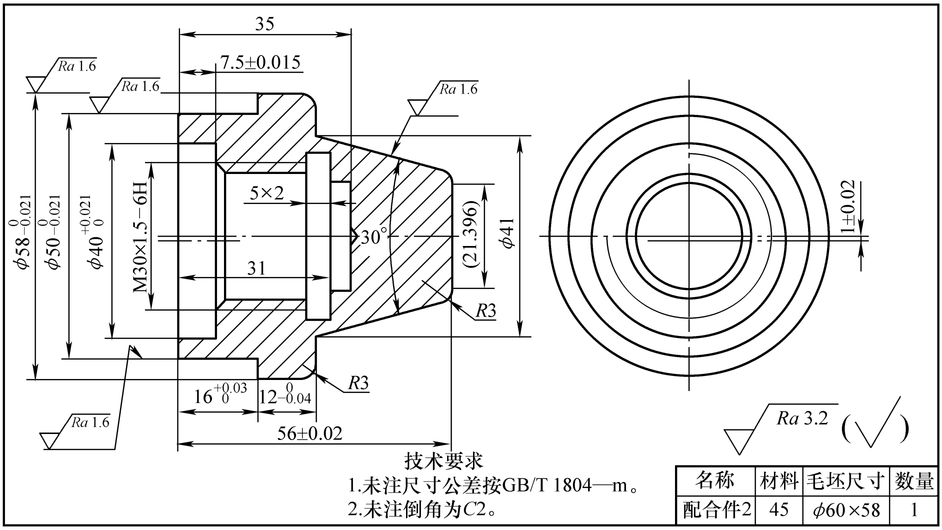
加工图 3-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



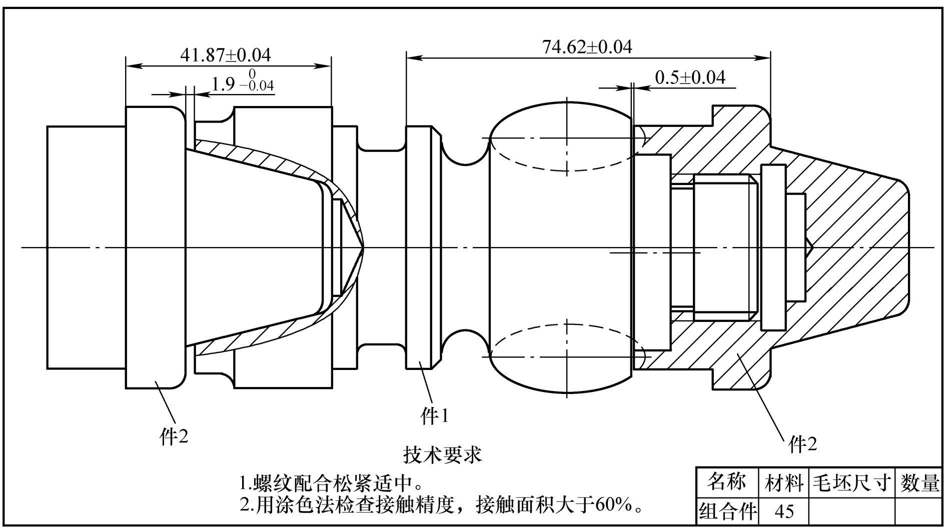
a)

图 3-1 零件图

a）件 1 零件图



b)



c)

图 3-1 零件图（续）

b）件 2 零件图 c）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 3-1。

表 3-1 工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi58_{-0.021}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 2 分	
2		$\phi52_{-0.021}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 2 分	
3		$\phi48_{-0.016}^{0}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
4		$\phi40_{-0.021}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
5		$\phi40_{-0.016}^{0}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
6		$\phi24_{-0.1}^{0}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
7		M30×1.5－6g	3	超差不得分	
8		$28_{-0.04}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
9		10mm±0.02mm	2	超差不得分	
10		8mm±0.015mm	2	超差不得分	
11		115mm±0.05mm	2	超差不得分	
12		$46_{-0.148}^{-0.118}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
13		$26_{+0.12}^{+0.16}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
14		内圆锥孔	2	超差不得分	
15		椭圆轮廓	2	超差不得分	
16		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
17	件 2	$\phi58_{-0.021}^{0}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
18		$\phi50_{-0.021}^{0}$mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
19		$\phi40_{0}^{+0.021}$mm	3	超差 0.01mm 扣 1 分	
20		M30×1.5－6H	3	超差 0.01mm 扣 1 分	
21		7.5mm±0.015mm	2	超差不得分	
22		$16_{0}^{+0.03}$mm	2	超差不得分	
23		56mm±0.02mm	2	超差不得分	
24		$12_{-0.04}^{0}$mm	2	超差不得分	
25		外圆锥及倒角	2	超差不得分	
26		偏心 1mm±0.02mm	2	超差不得分	
27		倒角	2	超差不得分	
28	组合	组合 $1.9_{-0.04}^{0}$mm	2	超差不得分	
29		组合 41.87mm±0.04mm	2	超差不得分	
30		组合 0.5mm±0.04mm	2	超差不得分	
31		组合 74.62mm±0.04mm	2	超差不得分	
32		接触面积	2	超差不得分	
33		螺纹配合适中	2	超差不得分	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
34	几何公差及表面粗糙度	$Ra1.6\mu m$	3	超差一处扣 2 分，不倒扣	
35		$Ra3.2\mu m$	3	超差一处扣 2 分，不倒扣	
36		同轴度 $\phi0.03mm$	2	超差不得分	
37	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
38	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
39	其他项目	工件完整、局部无缺陷	2	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	2	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 3-2）

表 3-2　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，$\phi60mm \times 117mm$	件	1	
3	件 2 毛坯材料	45 钢，$\phi60mm \times 58mm$ 钻出 $\phi20mm$ 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 3-3）

表 3-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
1	游标卡尺	0.02/0 ~ 150	1	
2	千分尺	0.01/0 ~ 25、0.01/25 ~ 50、0.01/50 ~ 75	各 1	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M30×1.5－6H	1	
5	百分表	0.01/0～10	1	
6	磁性表座		1	
7	半径样板	$R7\sim R14.5$，$R15\sim R25$	各1	
8	椭圆样板	长轴16，短轴7	1	
9	内径量表	0.01/18～35，0.01/35～50	各1	
10	塞尺	0.02～1	1副	
11	外圆车刀	93°、45°	各1	
12	不重磨外圆车刀	35°菱形刀片	1	
13	圆弧刀	$R3$	1	
14	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各1	
15	内、外切槽刀	刀宽2	各1	
16	内孔车刀	$\phi18$不通孔、$\phi18$通孔	各1	
17	麻花钻	中心钻、$\phi10$、$\phi20$、$\phi22$	各1	
18	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各1	
19	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为45钢。毛坯分别为$\phi60\text{mm}\times117\text{mm}$和$\phi60\text{mm}\times58\text{mm}$钻出$\phi20\text{mm}$的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件1和工件2的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为$\phi58_{-0.021}^{0}\text{mm}$，$\phi52_{-0.021}^{0}\text{mm}$，$\phi48_{-0.016}^{0}\text{mm}$，$\phi40_{-0.021}^{0}\text{mm}$，$28_{-0.04}^{0}\text{mm}$，$46_{-0.148}^{-0.118}\text{mm}$，$26_{+0.12}^{+0.16}\text{mm}$，$115\text{mm}\pm0.05\text{mm}$，163°，曲线外轮廓的表面粗糙度值为$Ra1.6\mu\text{m}$，其余均为$Ra3.2\mu\text{m}$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为$\phi40_{-0.021}^{0}\text{mm}$，$\phi20\text{mm}$，28mm，$R3\text{mm}$，曲线内轮廓的表面粗糙度值为$Ra1.6\mu\text{m}$，其余均为$Ra3.2\mu\text{m}$。

2）槽加工。

① 一个半圆槽，保证尺寸 $\phi24_{-0.1}^{\ 0}$mm，$R5$mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个外切槽，保证尺寸 $\phi40_{-0.021}^{\ 0}$mm，10mm ± 0.02mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M30×1.5－6g，保证尺寸加工精度。

工件2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi58_{-0.021}^{\ 0}$mm，$\phi50_{-0.021}^{\ 0}$mm，$\phi41$mm，21.396mm，$12_{-0.04}^{\ 0}$mm，56mm ± 0.02mm，$16_{\ 0}^{+0.03}$mm，$R3$mm，30°，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi40_{\ 0}^{+0.021}$mm，7.5mm ±0.015mm，31mm，35mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸5mm×2mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组内螺纹 M30×1.5－6H，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准。加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析。

1）加工半圆槽及椭圆。加工 $R5$mm 内凹圆弧及椭圆时，无法用尖形车刀进行加工，需采用如图3-2所示的圆弧车刀进行加工。

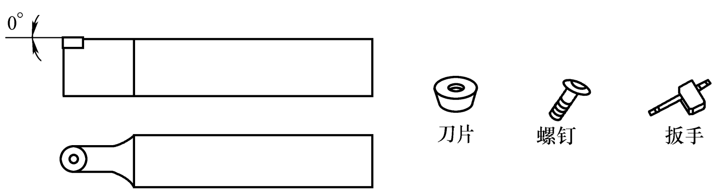


图3-2　圆弧车刀

加工 $R5$mm 内凹圆弧及椭圆时，先用切槽刀和尖形外圆车刀去除部分加工余量，再选用圆弧车刀采用仿形车的方式进行半精加工和精加工。圆弧车刀的刀具轨迹如图3-3所示，以圆弧车刀的圆心作为对刀点，直接编写圆心的刀具轨迹。另外，编写本例的椭圆加工程序时，还应注意图3-1a中标注的角度（163°）不是椭圆的极角，该点实际的极角如图3-4所示，通过绘图分析得出该值为34.66°。

2）偏心工件。件2的 $\phi50_{-0.021}^{\ 0}$mm 外圆是一个偏心轮廓，加工时采用自定心卡盘垫垫片的方式装夹，暂不考虑车削偏心过程中的修正值，初步计算出垫片厚度为：$X=1.5e=1.5\times1\text{mm}=1.5\text{mm}$（$e$ 为偏心距），然后进行试切，根据实测的偏心距再计算偏心距修正值。

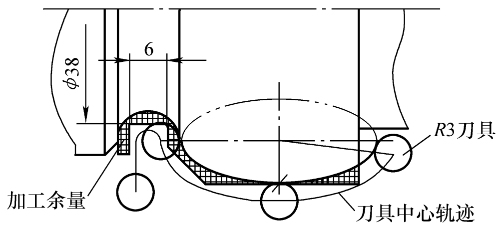


图 3-3 圆弧车刀的刀具轨迹

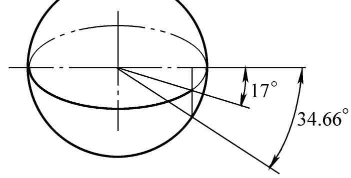


图 3-4 椭圆的极角

3）底部有圆角的槽。本题中（10 ± 0.02）mm × $\phi40^{\ 0}_{-0.021}$mm 的外圆槽底部带有 R2mm 圆角，对于这种类型的外圆槽，则需在采用“G75”指令粗加工后，编写一般的槽侧与槽底的精加工程序，编程过程中应注意两个刀尖的合理使用。

4）宏程序编程。椭圆宏程序编程时，以极角为自变量，初始值取 20°，X 和 Z 坐标值与工件坐标系中 X 作为因变量。编程过程中注意公式中 X 和 Z 坐标值与工件坐标系中 X 和 Z 坐标值之间的换算关系。

（3）工艺方案 通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分六道工序完成：

工序一：加工件 2 左端内、外轮廓，保证内孔、内螺纹以及外圆 $\phi58^{\ 0}_{-0.021}$mm 的精度要求，偏心外圆轮廓不加工。

工序二：掉头以 ϕ58mm 外圆作为装夹与校正面，加工件 2 右端圆锥及倒圆。

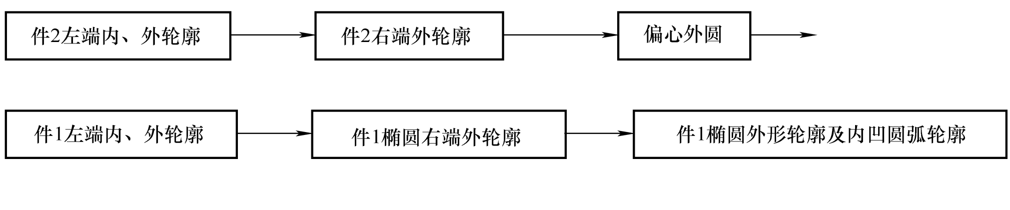
工序三：以 ϕ58mm 外圆作为装夹与校正面，车削偏心外圆，保证偏心距 1mm ± 0.02mm。

工序四：加工件 1 左端内、外轮廓，保证各项尺寸精度，用件 2 与之试配，修整件 1 的内圆锥，保证各项配合精度。

工序五：掉头以一夹一顶的方式装夹，加工椭圆右侧的外形轮廓，以件 2 与之试配，保证各项配合精度。

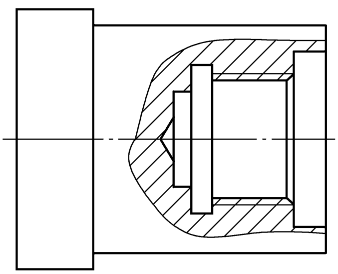
工序六：不拆除工件，加工外圆槽，然后加工椭圆外形轮廓及内凹圆弧轮廓，保证各项加工精度。

具体的加工路线如下：

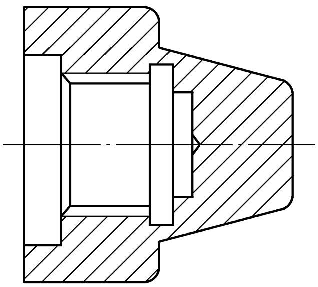
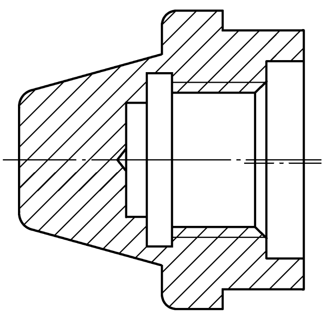


四、程序编制（见表3-4）

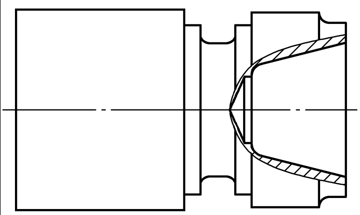
表3-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件2左端内、外轮廓		O0031; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G01 Z0.0 F0.1; X18.0; Z1.0; G00 X62.0; G90 X59.0 Z-30.0 F0.15; G90 X57.985 Z-30.0 F0.1; G00 X100.0 Z100.0; T0202 S600; G00 X18.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P80 Q160 U-0.3 W0.0 F0.1; N80 G41 G00 X40.015 S1200 F0.05; G01 Z0.0; G01 Z-7.5; G01 X34.0; G01 X30. Z-9.5; G01 X20.0; N160 G40; G70 P80 Q160; G00 X100.0 Z100.0; T0303 S450; G00 X24.0 Z2.0; G00 Z-31.0; G01 X34.0 F0.05; G00 X24.0; G00 Z2.0; G00 X100.0 Z100.0; T0404 S450; G0 X28.0 Z2.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X30.0 Z-28.0 P975 Q400 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	加工件2左端内、外轮廓，保证内孔、内螺纹以及外圆 $\phi58^{0}_{-0.021}$mm 的精度要求，偏心外圆轮廓不加工 T0101为外圆车刀；T0202为内孔车刀；T0303为内切槽刀，刀宽为5mm；T0404为内螺纹车刀

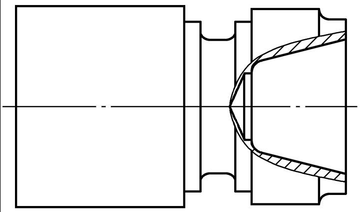
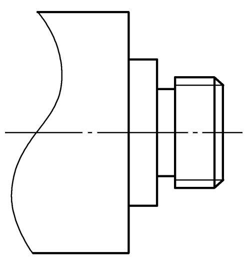
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件2右端外轮廓		O0032； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X60.0 Z2.0； G01 Z0.0 F0.1； X－1.0； Z1.0； G00 X60.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q160 U0.5 W0.0 F0.1； N80 G42 G0 X21.396 S1200 F0.05； G01 Z0.0； G03 X27.186 Z－2.849 R3.0； G01 X41.0 Z－28.0； X52.0； G03 X58.0 Z－28.0 R3.0； G01 X59.0； N160 G40； G70 P80 Q160； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	掉头以 ϕ58mm 外圆作为装夹与校正面，加工件2右端圆锥及倒圆，为了保证配合精度要求，圆锥与圆弧的加工采用刀尖圆弧半径补偿进行编程
3	偏心外圆		O0033； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； G00 X60.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q160 U0.5 W0.0 F0.1； N80 G00 X49.985 S1200 F0.05； G01 Z0.0； Z－16.015； X59.0； N160 G00 X60.0； G70 P80 Q160； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	以 ϕ58 外圆作为装夹与校正面，车削偏心外圆，保证偏心距1mm ± 0.02mm

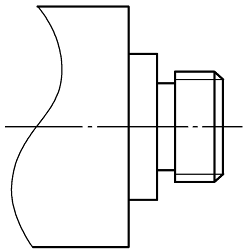
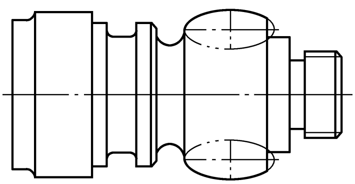
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件 1 左端内、外轮廓		O0034； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X62.0 Z2.0； G01 Z0.0 F0.1； X18.0； Z1.0； G00 X62.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q160 U0.3 W0.0 F0.1； N80 G42 G00 X51.985 S1200 F0.05； G01 Z0.0； G01 Z-5.0； G02 X57.985 Z-8.0 R3.0； G01 Z-50.0； G01 X60.0； N160 G40； G70 P80 Q160； G00 X100.0 Z100.0； T0505 S450； G00 X60.0 Z2.0； Z-32.98； G75 R0.1； G75 X47.99 Z-50.0 P500； Q3500 R0 F0.05； G00 Z-43.0； X50.0； G01 X44.0； G00 X50.0； Z-38.0； G01 X44.0； G00 X50.0； Z-43.0； G01 X43.99； G03 X39.99 Z-41.0 R2.0； G01 Z-40.0； G03 X43.99 Z-38.0 R2.0； G00 X60.0； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S600； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P240 Q320 U-0.3 W0.0 F0.1；	加工件 1 左端内、外轮廓，保证各项尺寸精度，用件 2 与之试配，修整件 1 的内圆锥，保证各项配合精度 T0505 为外切槽刀，刀宽为 5mm

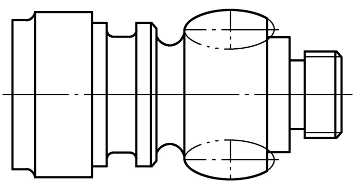
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件1左端内、外轮廓		N240 G41 G00 X39.99 S1200 F0.05； G01 Z0.0； G01 X26.176 Z－25.151； G03 X20.381 Z－28.0 R3.0； G01 X20.0； N320 G40； G70 P240 Q320； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件1左端内、外轮廓，保证各项尺寸精度，用件2与之试配，修整件1的内圆锥，保证各项配合精度 T0505为外切槽刀，刀宽为5mm
5	件1椭圆右端外轮廓		O0035； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； G00 X62.0 Z2.0； G01 Z0.0 F0.1； X－1.0； Z2.0； G00 X60.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q160 U0.5 W0.0 F0.1； N80 G42 G0 X26.0 S1200 F0.05； G01 Z0.0； X30.0 Z－2.0； Z－18.64； X39.992； Z－26.14； X58.0； Z－55.0； X61.0； N160 G40； G70 P80 Q160； G00 X100.0 Z100.0； T0505 S500； G00 X32.0 Z2.0； Z－18.5； G01 X24.0 F0.05； G00 X32.0； Z2.0； G00 X100.0 Z100.0；	掉头以一夹一顶的方式装夹，加工椭圆右侧的外形轮廓，以件2与之试配，保证各项配合精度 T0606为外螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件1椭圆右端外轮廓		T0606 S450； G00 X32.0 Z3.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X28.05 Z－15.0 P975 Q400 F1.5； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	掉头以一夹一顶的方式装夹，加工椭圆右侧的外形轮廓，以件2与之试配，保证各项配合精度 T0606为外螺纹车刀
6	件1椭圆外形轮廓及内凹圆弧轮廓		O0036； G99 G21 G40； T0707； M03 S450； G00 X100.0 Z100.0 M08； G00 X62.0 Z2.0； Z－65.0； G75 R0.1； G75 X48.0 Z－61.0 P500 Q4500 R0 F0.05； G00 Z－63.0； G01 X38.0 F0.05； G00 X58.0； Z－53.98； G01 X48.24 Z－61.0； G00 X62.0； X100.0 Z100.0； T0808 S800； G00 X62.0 Z2.0； Z－25.0； G01 X53.46 Z－26.0； G01 X58.0 Z－34.48； Z－47.98； X48.24 Z－55.0； G00 X62.0； G00 X100.0 Z100.0； T0909 S700； G00 X62.0 Z2.0； G00 X60.0 Z－21.0； #101＝20.0；	不拆除工件，加工出如图3-3所示6mm宽的外圆槽，去除内凹圆弧的局部加工余量。然后用外圆车刀和切槽刀加工椭圆左侧余下的外形轮廓，同时去除椭圆表面局部加工余量 用圆弧车刀加工椭圆外形轮廓及内凹圆弧轮廓，保证各项加工精度 T0707为外切槽刀，刀宽为6mm；T0808为尖形外圆车刀；T0909为圆弧车刀，R为3mm

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
6	件1椭圆外形轮廓及内凹圆弧轮廓		N100 #102 = 10.0 * SIN[#101]; #103 = 19.0 * COS[#101]; #104 = 44.0 + #102 * 2; #105 = #103 - 39.0; G01 X#104 Z#105 F0.1; #101 = #101 + 1.0; IF[#101 LE180.0]G0T0100; G02 X44.0 Z-62.0 R2.0; G01 X65.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M03;	不拆除工件，加工出如图3-3所示6mm宽的外圆槽，去除内凹圆弧的局部加工余量。然后用外圆车刀和切槽刀加工椭圆左侧余下的外形轮廓，同时去除椭圆表面局部加工余量 用圆弧车刀加工椭圆外形轮廓及内凹圆弧轮廓，保证各项加工精度 T0707为外切槽刀，刀宽为6mm；T0808为尖形外圆车刀；T0909为圆弧车刀，*R*为3mm

五、样例小结

本例工件用圆弧车刀加工椭圆时，并没有采用刀尖圆弧半径补偿进行编程与加工，而通过计算刀尖圆弧中心轨迹来进行编程与加工。如果要采用刀尖圆弧半径补偿进行编程，则直接以加工轮廓进行编程，并选择圆弧中心为对刀点，刀具切削方位号选择“9”，刀具补偿形式选择右刀补“G42”。

职业技能鉴定样例 4

考核目标

1）掌握组合加工方法。

2）掌握梯形槽的加工方法。

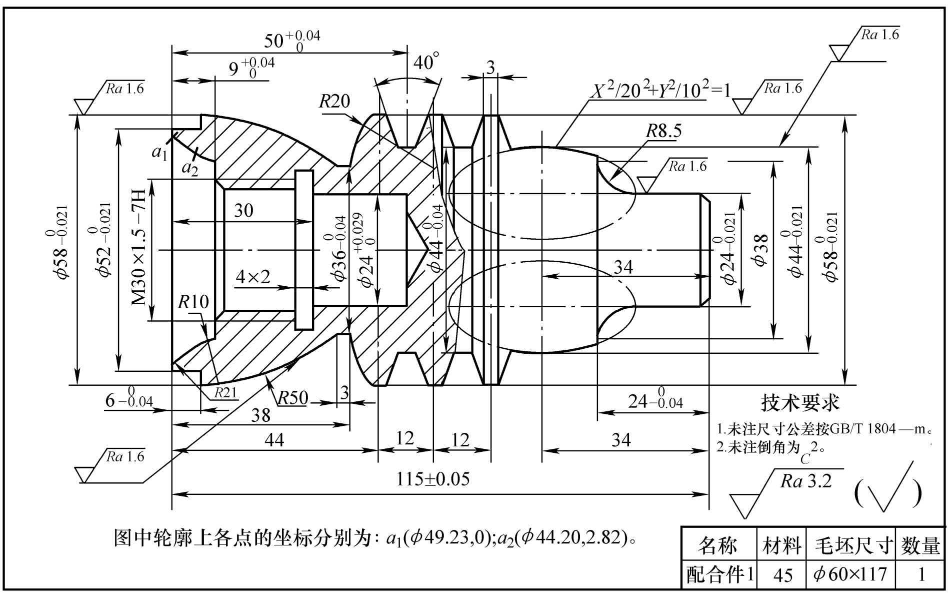
3）掌握刀具副偏角的计算方法。

4）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

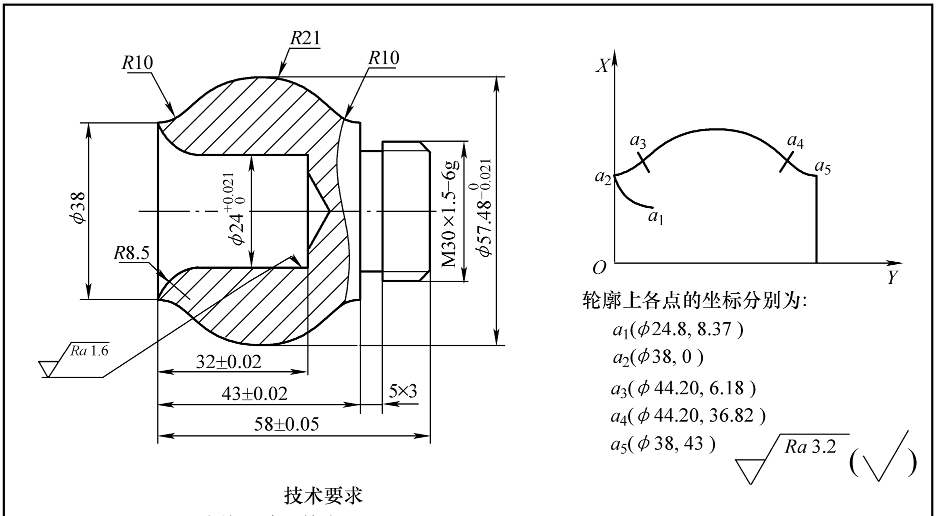
加工图 4-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



a)

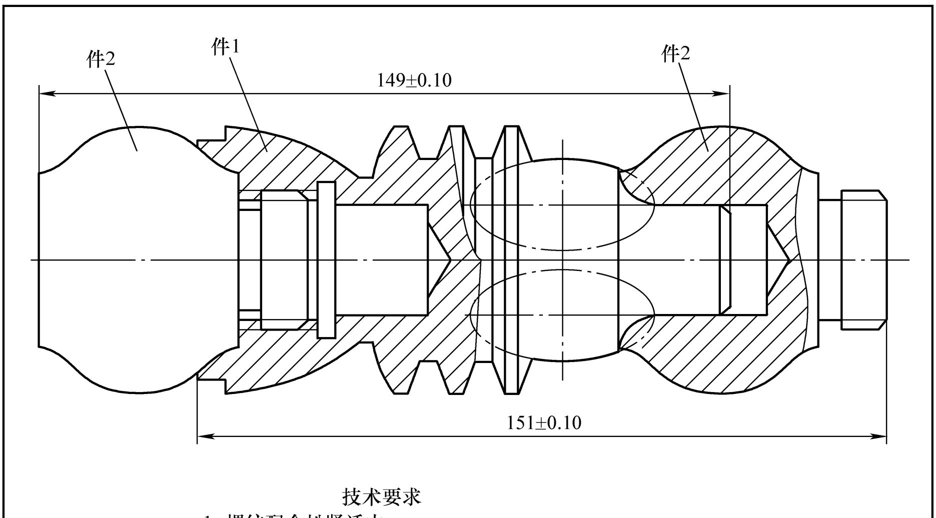
图 4-1　零件图

a）件 1 零件图



名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件2	45	φ60×60	1

b)



名称	材料	毛坯尺寸	数量
组合件	45		

c)

图 4-1　零件图（续）

b）件 2 零件图　c）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表1-2。

3）工件质量评分见表4-1。

表4-1 工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件1	$\phi58_{-0.021}^{0}$mm	4	超差0.01mm扣2分	
2		$\phi52_{-0.021}^{0}$mm	4	超差0.01mm扣2分	
3		$\phi36_{-0.04}^{0}$mm	3	超差0.01mm扣2分	
4		$\phi44_{-0.04}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
5		$\phi44_{-0.021}^{0}$mm	3	超差0.01mm扣2分	
6		$\phi24_{-0.021}^{0}$mm	3	超差0.01mm扣2分	
7		$R8.5$mm、$R50$mm	4	超差不得分	
8		40°梯形槽	2	超差不得分	
9		椭圆轮廓	2	超差不得分	
10		M30×1.5－7H	4	超差不得分	
11		$\phi24_{0}^{+0.029}$mm	2	超差不得分	
12		$9_{0}^{+0.04}$mm	3	超差0.01mm扣2分	
13		$50_{0}^{+0.04}$mm	3	超差0.01mm扣2分	
14		$6_{-0.04}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣2分	
15		$24_{-0.04}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣2分	
16		115mm±0.05mm	2	超差不得分	
17		倒角	2	超差一处扣1分，不倒扣	
18	件2	$\phi57.48_{-0.021}^{0}$mm	3	超差0.01mm扣2分	
19		$R8.5$mm、$R10$mm等	4	超差一处扣2分，不倒扣	
20		$\phi24_{0}^{+0.021}$mm	3	超差0.01mm扣1分	
21		M30×1.5－6g	3	超差0.01mm扣1分	
22		32mm±0.02mm	2	超差不得分	
23		43mm±0.02mm	2	超差不得分	
24		58mm±0.05mm	2	超差不得分	
25		倒角	2	超差不得分	
26	组合	组合149mm±0.10mm	2	超差不得分	
27		组合151mm±0.10mm	2	超差不得分	
28		接触面积	2	超差不得分	
29		螺纹配合适中	2	超差不得分	
30	表面粗糙度	$Ra1.6\mu m$	4	超差一处扣2分，不倒扣	
31		$Ra3.2\mu m$	4	超差一处扣2分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
32	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
33	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
34	其他项目	工件完整、局部无缺陷	2	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	2	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 4-2）

表 4-2　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，ϕ60mm×117mm	件	1	
3	件 2 毛坯材料	45 钢，ϕ60mm×60mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 4-3）

表 4-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
1	游标卡尺	0.02/0～200	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M30×1.5－7H	1	
5	百分表	0.01/0～10	1	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
6	磁性表座		1	
7	半径样板	$R7 \sim R14.5$，$R15 \sim R25$	各 1	
8	椭圆样板	长轴 20，短轴 10	1	
9	内径量表	0.01/18 ~ 35	1	
10	塞尺	0.02 ~ 1	1 副	
11	外圆车刀	93°、45°	各 1	
12	不重磨外圆车刀	35°菱形刀片	1	
13	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	
14	内、外切槽刀	刀宽 2	各 1	
15	内孔车刀	$\phi16$ 不通孔、$\phi16$ 通孔	各 1	
16	麻花钻	中心钻、$\phi10$、$\phi20$、$\phi22$	各 1	
17	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
18	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯分别为 $\phi60\text{mm} \times 117\text{mm}$ 和 $\phi60\text{mm} \times 60\text{mm}$ 钻出 $\phi20\text{mm}$ 的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件 1 和工件 2 的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件 1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi52_{-0.021}^{\ 0}$mm，$\phi36_{-0.04}^{\ 0}$mm，$\phi44_{-0.021}^{\ 0}$mm，$\phi24_{-0.021}^{\ 0}$mm，$\phi38$mm，$6_{-0.04}^{\ 0}$mm，$24_{-0.04}^{\ 0}$mm，115mm ± 0.05mm，$R50$mm，$R20$mm，$R8.5$mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi52_{-0.021}^{\ 0}$mm，$\phi24_{\ 0}^{+0.029}$mm，$9_{\ 0}^{+0.04}$mm，$50_{\ 0}^{+0.04}$mm，$R10$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。

① 一组梯形槽，保证尺寸 $\phi44_{-0.04}^{\ 0}$mm，$\phi58_{-0.021}^{\ 0}$mm，3mm，12mm，40°，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个内切槽，保证尺寸 4mm × 2mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组内螺纹 M30 × 1.5 – 7H，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi57.48_{-0.021}^{\ 0}$ mm，43mm ± 0.02mm，58mm ± 0.05mm，$R10$mm，$R21$mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi24_{\ 0}^{+0.021}$ mm，$\phi38$mm，32mm ± 0.02mm，$R8.5$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 5mm × 3mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M30 × 1.5 – 6g，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）件 2 外轮廓的加工。加工件 2 外轮廓时，采用组合装夹的方式。但如果等件 1 的内轮廓加工完成后，件 2 无法与件 1 旋合，为此，解决方法如图 4-2 所示，先加工出内螺纹，注意一定不能加工出内孔中的圆弧面，然后旋合件 2，加工出件 2 外轮廓，再旋下件 2，加工出内孔圆弧面。

加工件 2 外轮廓时，为了方便退刀，在长度余量足够的条件下，在件 1 左端面车削出 0.5 ~ 1mm 的台阶，件 2 外轮廓加工完成后，再车平端面。但应注意车平端面时切削的量与孔的深度尺寸有关联。

2）刀具副偏角的验算。加工件 2 外轮廓的刀具，其副偏角需经验算确认副切削刃不与工件发生干涉后才能使用。本题选用的刀具为 35°的菱形刀片机夹式车刀，安装后主偏角为 93°，则副偏角为 52°。经绘图分析验算，完全符合件 2 外轮廓的加工要求，验算分析过程如图 4-3 所示。

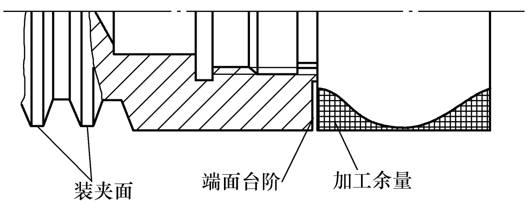


图 4-2　件 2 外轮廓的加工

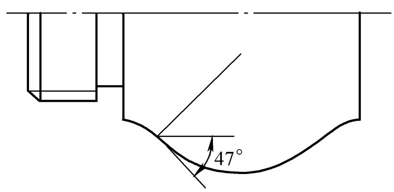


图 4-3　刀具副偏角验算

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分七道工序完成：

工序一：加工件 2 左端内轮廓，保证内孔 $\phi24_{\ 0}^{+0.021}$ mm 的精度要求，同时加工 $\phi59$mm 的外圆轮廓，以作掉头后的装夹表面。

工序二：掉头加工件 2 右端外螺纹。

工序三：采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 右端外轮廓及梯形槽，用件 2 进行试配。

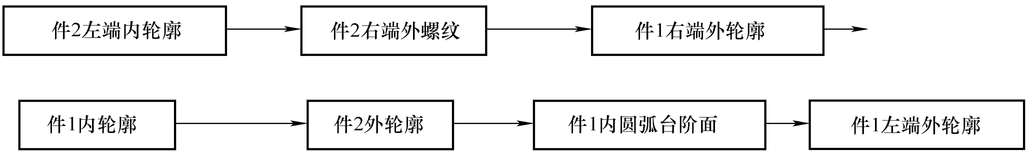
工序四：掉头，以梯形槽的外圆轮廓作为装夹面，加工件 1 内孔及内螺纹，圆弧台阶不加工，端面加工出 0.5 ~ 1mm 的台阶面。

工序五：以螺纹配合装夹件 2，加工件 2 外轮廓。

工序六：拆下件 2，车削件 1 左侧端面，然后加工内圆弧台阶面，用件 2 试配，保证各项配合精度。

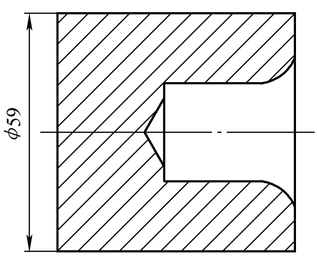
工序七：加工件 1 左端外轮廓。

具体的加工路线如下：

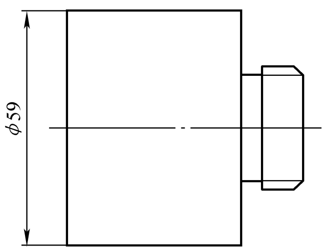
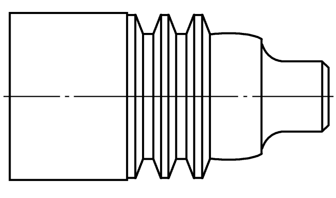


四、程序编制（见表 4-4）

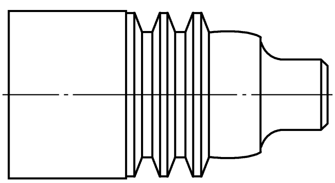
表 4-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 2 左端内轮廓	 	O0041； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X62.0 Z2.0； G94 X18.0 Z0.0 F0.08； G90 X59.0 Z－45.0 F0.1； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S600； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q160 U－0.3 W0.0 F0.1； N80 G41 G00 X38.0 S1200 F0.05； G01 Z0.0； G02 X24.01 Z－8.441 R8.5； G01 Z－32.0； X19.0； N160 G40； G70 P80 Q160； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件 2 左端内轮廓，保证内孔 $\phi24^{+0.021}_{0}$mm 的精度要求，同时加工出 φ59mm 的外圆轮廓，以作为工件掉头后的装夹表面 T0101 为外圆车刀，T0202 为内孔车刀

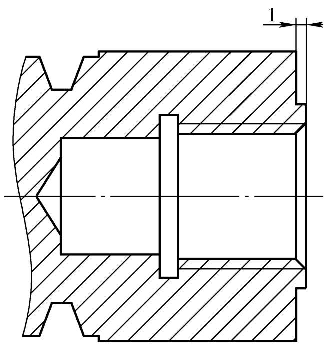
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件 2 右端外轮廓	 	O0042; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G94 X-1.0 Z0.0 F0.1; G71 U1.0 R0.5; G71 P80 Q160 U0.3 W0.0 F0.1; N80 G00 X26.0 S1200 F0.05; Z0.0; G01 X30.0 Z-2.0; Z-15.0; X60.0; N160 G00 X62.0; G70 P80 Q160; G00 X100.0 Z100.0; T0303 S450; G00 X62.0 Z2.0; X59.0 Z-15.0; G01 X24.0 F0.1; G00 X62.0; Z2.0; G00 X100.0 Z100.0; T0404 S500; G00 X32.0 Z3.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X28.05 Z-12.0 P975 Q400 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	掉头加工件 2 右端外螺纹 T0303 为外切槽刀，刀宽为 5mm；T0404 为外螺纹车刀
3	件 1 右端外轮廓		O0043; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X62.0 Z2.0; G94 X-1.0 Z0.0 F0.1; G71 U8.0 W0 R8.0; G71 P80 Q160 U0.3 W0.0 F0.1; N80 G42 G00 X20.0 S1200 F0.05; G01 Z0.0; X23.99 Z-2.0;	采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 右端外轮廓及梯形槽，用件 2 进行试配 T0505 为外切槽刀，刀宽为 3.5mm

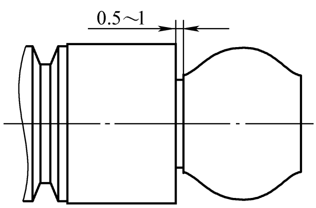
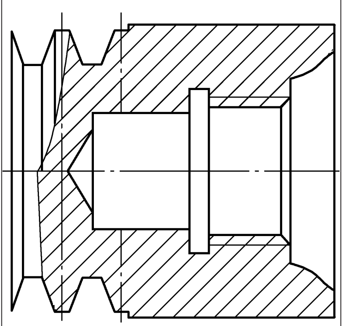
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件 1 右端外轮廓		Z－15.54； G02 X38.0 Z－23.98 R8.5； G01 X41.32； #1 =20； #2 =10； #3 =10； N90 #4 =10 * SQRT[#1 * #1 －#3 * #3]/20； #5 =2 * #4 +24； #6 = #3 －34； G01 X#5 Z#6； #3 = #3 －0.2； IF [#3 GE －32.6] GOTO90； G01 X57.99 Z－45.5； Z－71.0； X60.0； N160 G40； G70 P80 Q160； G00 X100.0 Z100.0； T0505 S450； G00 X62.0 Z2.0； Z－66.75； G01 X44.0 F0.05； G00 X60.0； Z－69.5； G01 X58.0； G01 X44.0 Z－66.95； G00 X60.0； Z－64.0； G01 X58.0； X44.0 Z－66.55； G00 X60.0； Z－54.75； G01 X44.0； G00 X60.0； Z－57.5； G01 X58.0； X44.0Z－54.95； G00 X60.0； Z－52.0； G01 X58.0； X44.0 Z－53.74； G00 X60.0； Z2.0； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	采用一夹一顶的装夹方式加工件 1 右端外轮廓及梯形槽，用件 2 进行试配 T0505 为外切槽刀，刀宽为 3.5mm

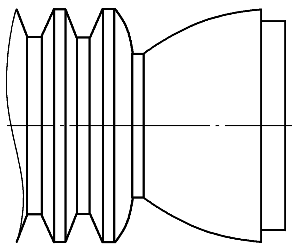
（续）

<table>
<tr><th>序号</th><th>操作项目</th><th>图示</th><th>程序</th><th>操作内容及注意事项</th></tr>
<tr><td>4</td><td>件1内轮廓</td><td>
</td><td>O0044;
G99 G21 G40;
T0101;
M03 S800;
G00 X100.0 Z100.0 M08;
X62.0 Z2.0;
G94 X28.0 Z1.0 F0.1;
G90 X55.0 Z0.0;
G90 X50.0 Z0.0;
G00 X100.0 Z100.0;
T0202 S600;
G00 X18.0 Z2.0;
G71 U1.0 R0.5;
G71 P80 Q160 U-0.3 W0.0 F0.1;
N80 G00 X32.0 S1200 F0.05;
G01 Z1.0;
X28.05 Z-1.0;
Z-30.0;
X24.01;
Z-50.02;
X20.0;
N160 X18.0;
G70 P80 Q160;
G00 X100.0 Z100.0;
T0606 S450;
G00 X18.0 Z2.0;
Z-30.0;
G01 X34.0 F0.1;
G00 X18.0;
Z2.0;
G00 X100.0 Z100.0;
T0707 S500;
G00 X28.0 Z3.0;
G76 P020560 Q50 R0.05;
G76 X30.0 Z-28.0 P975 Q400 F1.5;
G00 X100.0 Z100.0;
M05 M09;
M30;</td><td>掉头，以梯形槽的外圆轮廓作为装夹面，加工件1内孔及内螺纹（圆弧台阶面不加工），端面加工出0.5～1mm的台阶面
T0606为内切槽刀，刀宽为4mm；T0707为内螺纹车刀</td></tr>
</table>

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件 2 外轮廓		O0045； G99 G21 G40； T0808； M03 S800； G00 X100. 0 Z100. 0 M08； X62. 0 Z2. 0； G73 U11. 0 W0 R11； G73 P100 Q200 U0. 3 W0. 0 F0. 1； N100 G00 G42 X38. 0 S1200 F0. 05； G01 Z0. 0； G02 X44. 20 Z－6. 18 R10. 0； G03 X44. 20 Z－36. 82 R21. 0； G02 X38. 0 Z－43. 0 R10. 0； N200 G01 G40 X62. 0； G70 P100 Q200； G00 X100. 0 Z100. 0； M05 M09； M30；	以螺纹配合装夹件 2，加工件 2 外轮廓 T0808 为菱形车刀
6	件 1 内圆弧台阶面		O0046； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100. 0 Z100. 0 M08； X62. 0 Z2. 0； G94 X26. 0 Z0. 0 F0. 1； G00 X100. 0 Z100. 0； T0202 S600； G00 X26. 0 Z2. 0； G71 U1. 0 R0. 05； G71 P80 Q160 U－0. 3 W0. 0 F0. 1； N80 G41 G00 X49. 23 S1200 F0. 05； G01 Z0. 0； G02 X44. 20 Z－2. 82 R21. 0； G02 X38. 0 Z－9. 02 R10. 0； G01 X32. 0； X28. 05 Z－11. 02； X27. 0； N160 G40； G70 P80 Q160； G00 X100. 0 Z100. 0； M05 M09； M30；	拆下件 2，车削件 1 左侧端面，然后加工内圆弧台阶面，用件 2 与之试配，保证各项配合精度

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
7	件1左端外轮廓		O0047； G99 G21 G40； T0808； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X62.0 Z2.0； G73 U11.0 W0 R11； G73 P100 Q200 U0.3 W0.0 F0.1； N100 G42 G00 X51.99 S1200 F0.05； G01 Z0.0； Z－5.98； X57.99； G03 X35.98 Z－35.0 R50.0； G01 Z－38.0； G03 X57.99 Z－42.5 R20.0； G01 Z－47.0； N200 G40 G01 X62.0； G70 P100 Q200； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件1左端外轮廓

五、样例小结

选择凹、凸形圆弧轮廓的加工刀具时，刀具所需要的最大副偏角通常位于圆弧与圆弧的切点处。验证该点处所需刀具副偏角时，只需通过该点作相切圆弧的公切线，公切线与水平方向的夹角即为所需验证的副偏角。

职业技能鉴定样例 5

考核目标

1）掌握抛物线的加工方法。

2）掌握基点的计算方法。

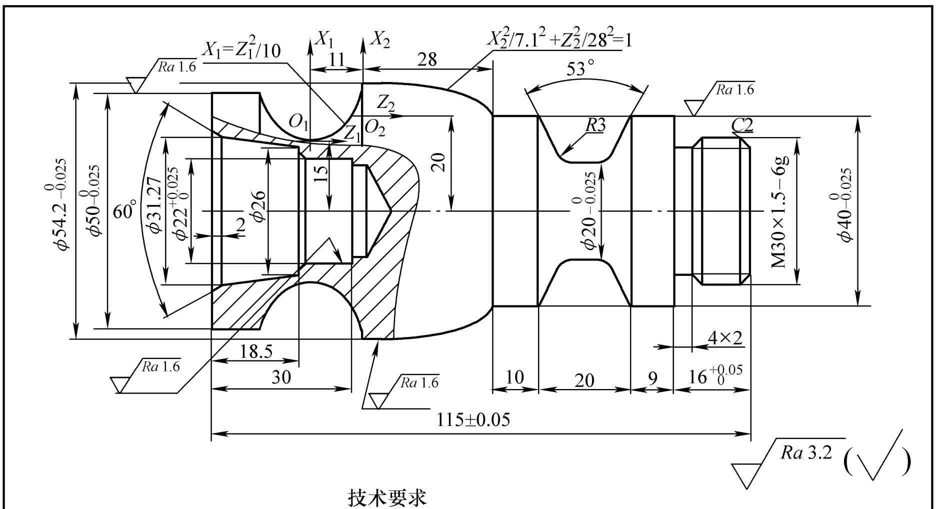
3）掌握组合加工方法。

4）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图 5-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。

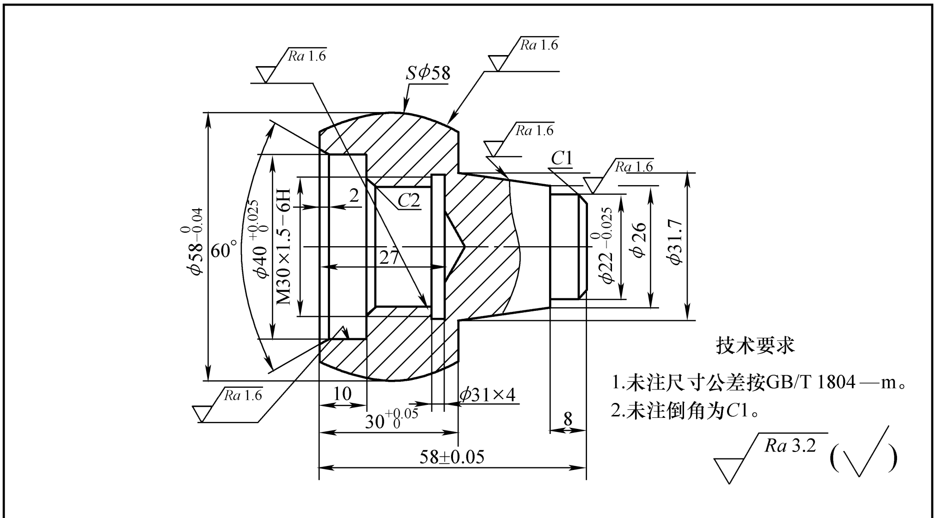


名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件1	45	φ56×117	1

a)

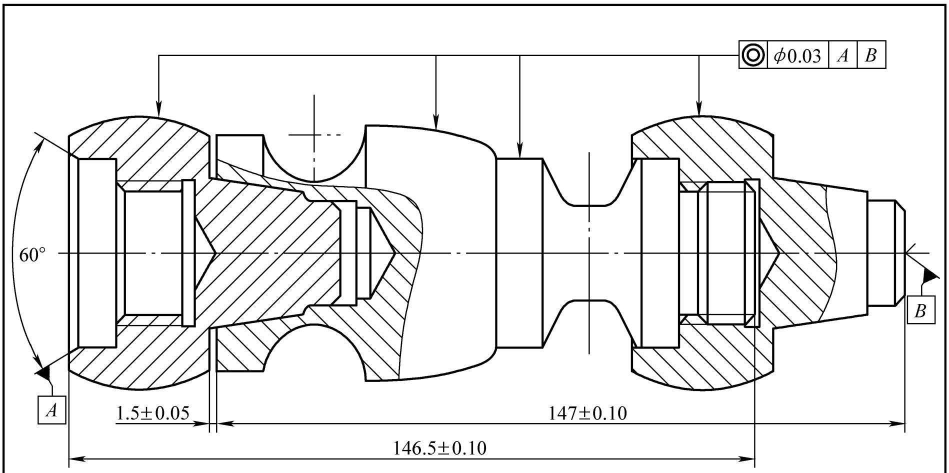
图 5-1　零件图

a）件 1 零件图



名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件2	45	ϕ60×60	1

b)



技术要求

1. 螺纹配合松紧适中。
2. 用涂色法检查接触精度，接触面积大于60%。

名称	材料	毛坯尺寸	数量
组合件	45		

c)

图 5-1　零件图（续）

b）件 2 零件图　c）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表1-2。

3）工件质量评分见表5-1。

表5-1 工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件1	$\phi 50_{-0.025}^{0}$ mm	4	超差0.01mm扣2分	
2		$\phi 20_{-0.025}^{0}$ mm	4	超差0.01mm扣2分	
3		$\phi 40_{-0.025}^{0}$ mm	3	超差0.01mm扣2分	
4		$\phi 54.2_{-0.025}^{0}$ mm	2	超差0.01mm扣1分	
5		53°梯形槽	2	超差不得分	
6		M30×1.5－6g	2	超差不得分	
7		115mm±0.05mm	2	超差不得分	
8		$\phi 22_{0}^{+0.025}$ mm	4	超差0.01mm扣2分	
9		$16_{0}^{+0.05}$ mm	3	超差0.01mm扣2分	
10		抛物线轮廓	2	超差不得分	
11		椭圆轮廓	2	超差不得分	
12		内圆锥面	3	超差不得分	
13		倒角	2	超差一处扣1分，不倒扣	
14	件2	$\phi 58_{-0.04}^{0}$ mm	3	超差0.01mm扣2分	
15		$\phi 22_{-0.025}^{0}$ mm	4	超差0.01mm扣2分	
16		$\phi 40_{0}^{+0.025}$ mm	3	超差0.01mm扣2分	
17		$30_{0}^{+0.05}$ mm	3	超差0.01mm扣2分	
18		58mm±0.05mm	2	超差不得分	
19		M30×1.5－6H	2	超差不得分	
20		$S\phi 58$mm，圆锥	2	超差不得分	
21		倒角	2	超差不得分	
22	组合	组合1.5mm±0.05mm	2	超差不得分	
23		组合147mm±0.10mm	2	超差不得分	
24		组合146.5mm±0.10mm	2	超差不得分	
25		接触面积	2	超差不得分	
26		螺纹配合适中	2	超差不得分	
27	几何公差及表面粗糙度	$Ra1.6\mu m$	3	超差一处扣2分，不倒扣	
28		$Ra3.2\mu m$	3	超差一处扣2分，不倒扣	
29		同轴度$\phi 0.03$mm	2	超差不得分	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
30	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
31	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣2分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
32	其他项目	工件完整、局部无缺陷	2	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	2	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表5-2）

表5-2　设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件1毛坯材料	45钢，ϕ56mm×117mm 钻出ϕ20mm的通孔预钻孔	件	1	
3	件2毛坯材料	45钢，ϕ60mm×60mm 钻出ϕ20mm的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表5-3）

表5-3　工、量、刃具准备　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～150	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各1	
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
4	螺纹塞规	M30×1.5－6H	1	
5	百分表	0.01/0～10	1	
6	磁性表座		1	
7	半径样板	$R7\sim R14.5$，$R15\sim R25$	各1	
8	椭圆样板	长轴28，短轴7.1	1	
9	抛物线样板	$X_1=Z_1{}^2/10$	1	
10	内径量表	0.01/18～35	1	
11	塞尺	0.02～1	1副	
12	外圆车刀	93°、45°、35°	各1	
13	不重磨外圆车刀	R型、V型、T型、S型刀片	各1	选用
14	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各1	
15	内、外切槽刀	刀宽2	各1	
16	内孔车刀	ϕ16不通孔、ϕ16通孔	各1	
17	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ24	各1	
18	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各1	
19	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为45钢。毛坯分别为ϕ56mm×117mm钻出ϕ20mm的通孔预钻孔和ϕ60mm×60mm钻出ϕ20mm的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件1和工件2的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件1：

1）轮廓加工。

①不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为$\phi50_{-0.025}^{\ 0}$mm，$\phi40_{-0.025}^{\ 0}$mm，$\phi54.2_{-0.025}^{\ 0}$mm，$16_{\ 0}^{+0.05}$mm，115mm±0.05mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为$Ra1.6\mu m$，其余均为$Ra3.2\mu m$。

②不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为$\phi22_{\ 0}^{+0.025}$mm，ϕ26mm，ϕ31.27mm，18.5mm，30mm，60°，曲线内轮廓的表面粗糙度值为$Ra1.6\mu m$，其余均为$Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。

①一个梯形槽，保证尺寸$\phi20_{-0.025}^{\ 0}$mm，$R3$mm，53°，表面粗糙度值

为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个外切槽，保证尺寸 4mm×2mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M30×1.5－6g，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi58_{-0.04}^{0}$ mm，$\phi22_{-0.025}^{0}$ mm，$\phi26$mm，$\phi31.7$mm，$30_{0}^{+0.05}$mm，58mm±0.05mm，$S\phi58$mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi40_{0}^{+0.025}$mm，27mm，60°，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。一个内沟槽，保证尺寸 $\phi31$mm × 4mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组内螺纹 M30×1.5－6H，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）抛物线与椭圆的加工。加工抛物线时，采用宏程序或参数进行编程，编程时以 Z 坐标作为自变量，每次增量为 0.1mm，变化范围为 －10.0～11.0mm，根据公式 $X=0.1Z^2$ 计算出相应的 X 坐标。加工椭圆时，以角度作为自变量，每次增量为 1°，变化范围为 0°～90°，通过极坐标公式计算相应的 X 和 Z 坐标。以上曲线编程过程中使用的基点坐标如图 5-2 所示。

2）选择抛物线加工刀具。加工抛物线曲线时，同样需验证所用刀具的副偏角，验证过程如图 5-3 所示。通过 a_1 点作抛物线的切线，则切线的斜率 $K=\tan\alpha_1=(0.1Z^2)'=0.2Z$。由于公式中该点的 Z 坐标为 －10.0，所以 $K=\tan\alpha_1=-2$，求出 $\alpha_1=116.57°$，则加工该曲线的刀具副偏角需大于 63.43°。用同样方法可求出 $\alpha_2=65.56°$。

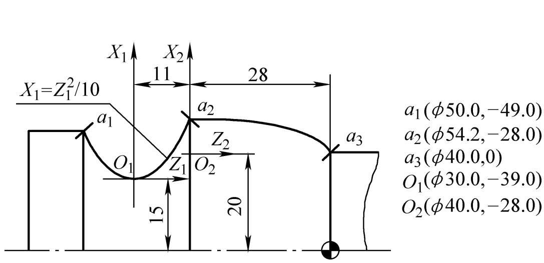


图 5-2　基点坐标

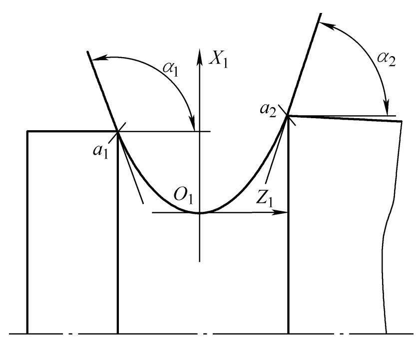


图 5-3　刀具副偏角计算

为了保证刀具具有相应的副偏角，选用 35°菱形刀片机夹式刀具进行加工，刀片的安装方式如图 5-4 所示，此时刀具的副偏角为 70°30′，无论从哪一点起始加工抛物线，均能完全满足其加工要求。

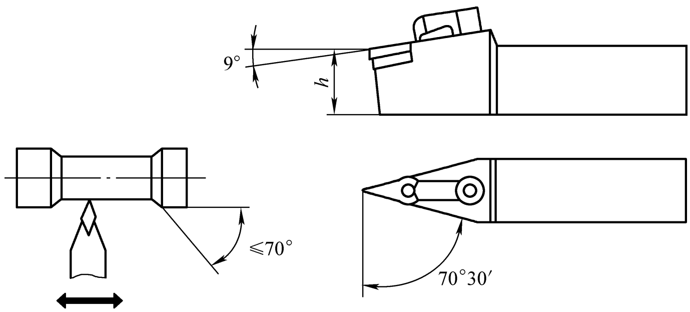


图 5-4 抛物线加工刀具

3）件 2 外轮廓的加工。件 2 外轮廓采用螺纹组合的装夹方式进行加工。

（3）工艺方案 通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分五道工序完成：

工序一：加工件 2 左端内轮廓，保证内孔 $\phi40^{+0.025}_{0}$mm 及螺纹的精度要求，同时加工出 $\phi59$mm 的外圆轮廓，以作为工件掉头后的装夹表面。

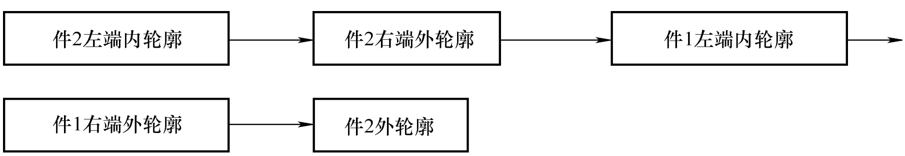
工序二：掉头加工件 2 右端外轮廓。

工序三：加工件 1 左端内轮廓，用件 2 与之配合，保证尺寸精度及配合精度，然后加工件 1 左侧外轮廓及抛物线轮廓。

工序四：掉头以一夹一顶的方式装夹加工件 1 右端外轮廓，保证各项尺寸精度及椭圆轮廓度。

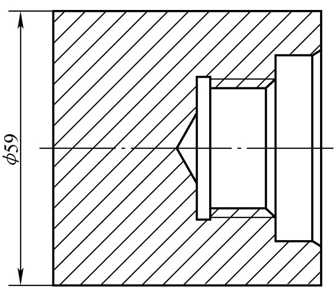
工序五：不拆除件 1，以螺纹配合装夹件 2，仍采用一夹一顶的方式装夹，加件 2 的 $S\phi58$mm 外圆轮廓。

具体的加工路线如下：

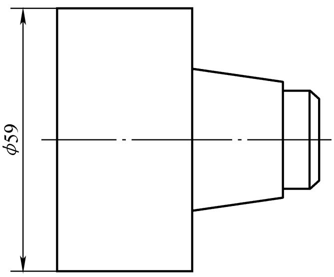
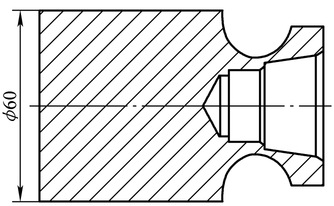


四、程序编制（见表5-4）

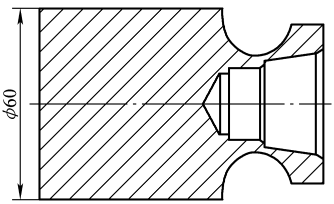
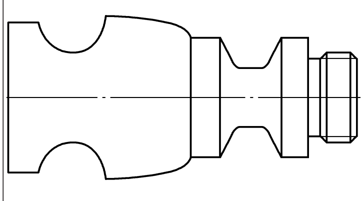
表5-4 参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件2左端内轮廓		O0051； G99 G21 G40； T0404 S500； G00 X100.0 Z100.0 M08； X60.0 Z2.0； G94 X18.0 Z0.0 F0.08； G90 X59.0 Z-30.0； G00 X100.0； Z100.0； T0101 S800； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U-0.3 W0.1 F0.1； N10 G41 G00 X43.46； Z1.0； G01 X40.0 Z-2.0 F0.1； Z-10.0； X30.0 Z-12.0； Z-27.0； X20.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S500； G00 X18.0 Z2.0； G01 Z-27.0 F40； X32.0； X18.0； G00 Z100.0； T0303 S500； G00 X30.0； Z-7.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X31.95 Z-24.0 P975 Q400 F1.5； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件2左端内轮廓，保证内孔 $\phi40^{+0.025}_{0}$ mm 及螺纹的精度要求，同时加工出 $\phi59$mm 的外圆轮廓，以作为工件掉头后的装夹表面 T0101为内孔车刀；T0202内切槽刀，刀宽为3mm；T0303为内螺纹车刀；T0404为外圆车刀

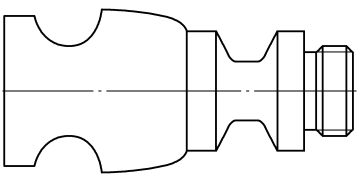
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件2右端外轮廓		O0052； G99 G21 G40； T0404 M08； M03 S800； G00 X60.0 Z2.0； G94 X0.0 Z0.0 F0.08； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1； N10 G42 G00 X18.0 Z1.0； G01 X22.0 Z－1.0； Z－8.0； X26.0； X31.7 Z－28.0； X59.0； N20 G40； G70 P10 Q20； M05 M09； M30；	掉头加工件2右端外轮廓
3	件1左端内轮廓		O0053； G99 G21 G40； T0404； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X60.0 Z2.0； G94 X0.0 Z0.0 F0.08； G90 X55.0 Z－11.0 F0.8； G00 X100.0 Z100.0； T0101； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U－0.3 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X34.73 Z1.0； G01 X31.27 Z－2.0； X26.0 Z－18.5； X24.0； X22.0 Z－19.5； Z－30.0； X18.0； Z2.0； N20 G00 X60.0； G70 P10 Q20；	加工件1左端内轮廓，用件2与之配合，保证尺寸精度及配合精度，然后加工件1左侧外轮廓及抛物线轮廓

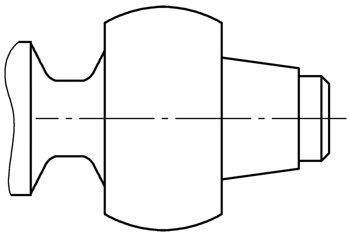
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件1左端内轮廓		G00 X100.0 Z100.0; T0505 S800; G00 X55.0 Z-11.0; G73 U10.0 W0 R10; G73 P100 Q200 U0.5 W0.0 F0.1; N100 G01 X50.0 S1500 F0.05; #101=10.0; N120 #102=#101*#101/10.0; #103=#101-21.0; #104=#102*2+30.0; G01 X#104 Z#103 F0.1; #101=#101-0.1; IF [#101GE-11.0] GOTO120; N200 G01 X55.0; G70 P100.0 Q200.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	加工件1左端内轮廓，用件2与之配合，保证尺寸精度及配合精度，然后加工件1左侧外轮廓及抛物线轮廓
4	件1右端外轮廓		O0054; G99 G21 G40; T0404; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X45.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1; N10 G41 G00 X22.0; G01 X30.0 Z-2; Z-16.0; X40.0; Z-55.0; N20 G40 G00 X45.0; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z200.0; T0505; G00 X45.0 Z-24.5; G73 U10.0 W0 R10; G73 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1; N10 G00 X42.0 S1500 F0.05;	掉头，以一夹一顶的方式装夹加工件1右端外轮廓，保证各项尺寸精度及椭圆轮廓度 T0505外圆车刀；T0606为外切槽刀，刀宽为4mm；T0707为外螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件 1 右端外轮廓		G01 X23.32 Z28.53; G02 X20.0 Z31.84 R3.0; G01 Z－38.16; G02 X23.32 Z－40.84 R3.0; G01 X42.0 Z－45.5; N20 G00 X45.0 Z－24.5; G70 N10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; T0606; G00 X45.0 Z－16.0; X40.0; G01 X26.0 F0.1; X30.0 Z－14.0; X42.0; G00 X100.0 Z100.0; T0707; G00 X32.0 Z2.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X28.05 Z12.0 P975 Q400 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; T0404; G00 X55.0 Z－53.0; G73 U7.0 W0 R7; G73 P100 Q200 U0.5 W0.0 F0.1; N100 G01 X42.0 S1500 F0.05; #101 ＝0.0; N120 #102 ＝7.1 * SIN [#101]; #103 ＝28.0 * COS [#101]; #104 ＝#102 * 2 ＋40.0; #105 ＝#103 * 2 －83.0; G01 X#104 Z#105 F0.1; #101 ＝#101 ＋1.0; IF [#101 LE 90.0] GOTO120; N200 G01 X55.0; G70 P100.0 Q200.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	掉头，以一夹一顶的方式装夹加工件 1 右端外轮廓，保证各项尺寸精度及椭圆轮廓度 T0505 外圆车刀；T0606 为外切槽刀，刀宽为 4mm；T0707 为外螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件2外轮廓		O0055; G99 G21 G40; T0404 M08; M03 S800; G00 X100.0 Z100.0 M08; X60.0 Z-28.0; G73 U10.0 W0 R10; G73 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1; N10 G00 X49.46; G03 X49.64 Z-58.0 R29.0; N20 G40 G00 X60.0; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	不拆除件1，以螺纹配合装夹件2，仍采用一夹一顶的方式装夹，加工件2的 $S\phi58$mm 外圆轮廓

五、样例小结

对于一些公式曲线轮廓，求解轮廓曲线上某点切线角度的方法是：先求出该曲线的一阶导数，再将该点的坐标代入导数方程，得出的函数值即为切线的斜率，从而反推出切线的角度。

职业技能鉴定样例 6

考核目标

1）掌握圆锥位置尺寸的计算方法。

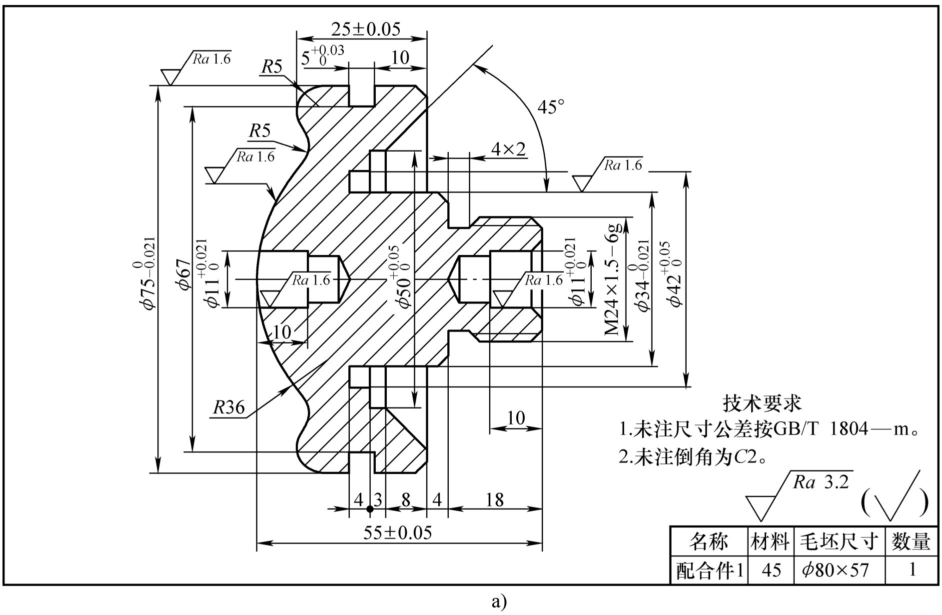
2）掌握加工时间的合理安排方法。

3）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

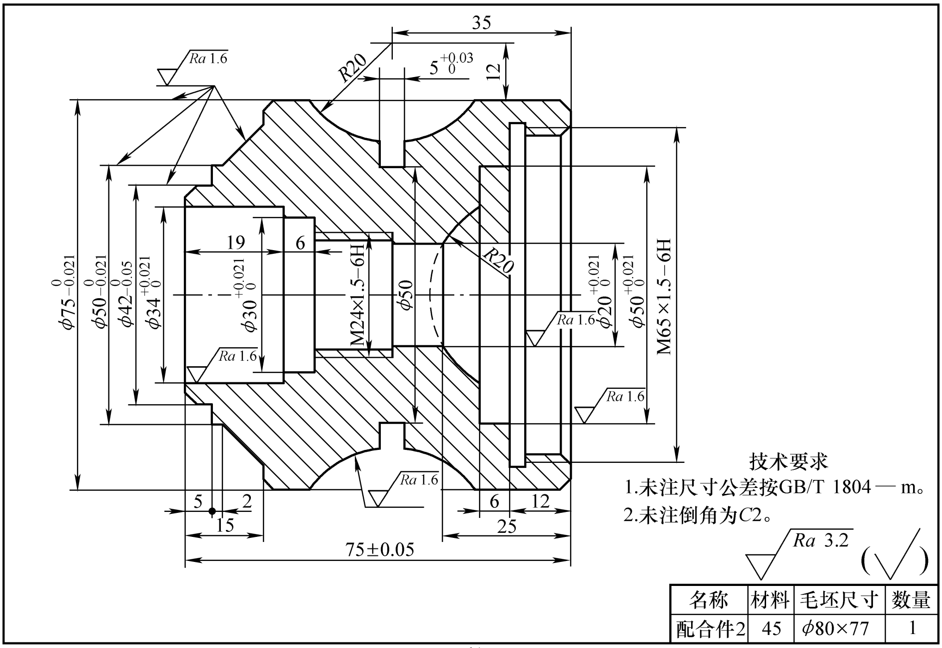
加工图 6-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



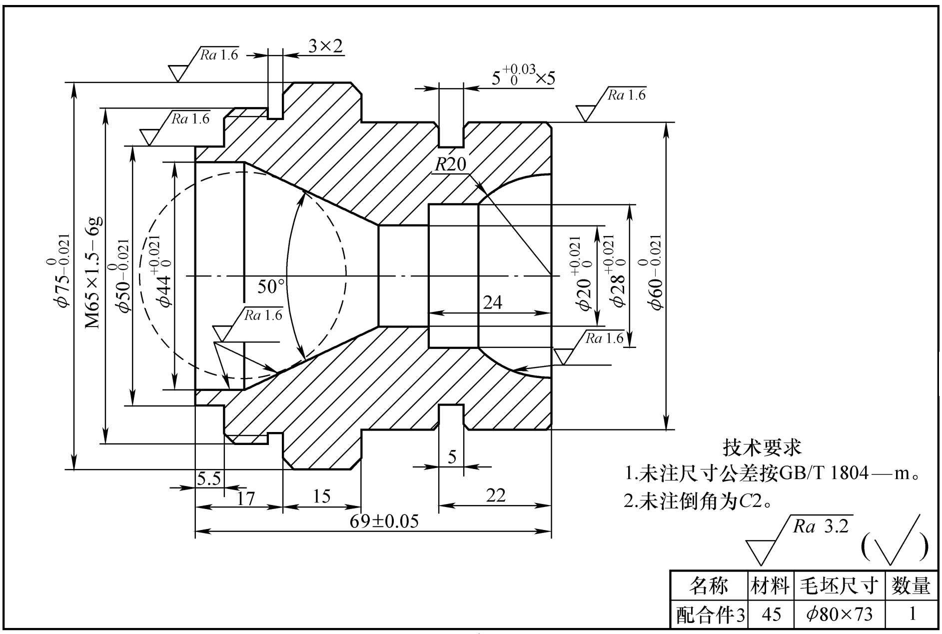
a)

图 6-1 零件图

a）件 1 零件图



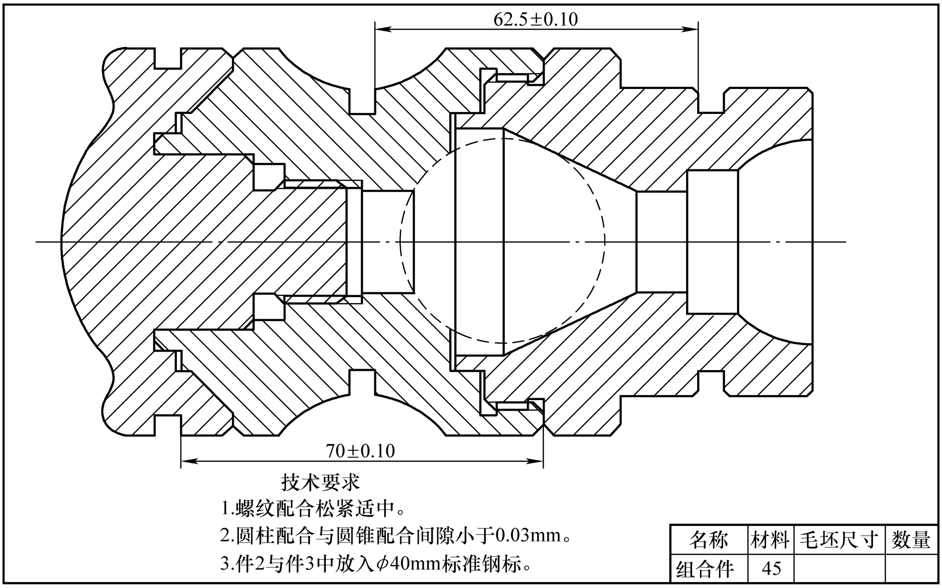
b)



c)

图 6-1　零件图（续）

b）件 2 零件图　c）件 3 零件图



d)

图 6-1　零件图（续）

d）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 6-1。

表 6-1　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi75_{-0.021}^{\ \ 0}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
2		$\phi34_{-0.021}^{\ \ 0}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
3		$R5$mm、$R36$mm 等圆弧	4	超差一处扣 2 分，不倒扣	
4		M24×1.5－6g	2	超差不得分	
5		$\phi50_{\ 0}^{+0.05}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
6		$\phi42_{\ 0}^{+0.05}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
7		$\phi11_{\ 0}^{+0.021}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 2 分	
8		25mm±0.05mm	1	超差不得分	
9		$5_{\ 0}^{+0.03}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 2 分	
10		55mm±0.05mm	1	超差不得分	
11		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
12	件2	$\phi75_{-0.021}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣2分	
13		$\phi50_{-0.021}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
14		$\phi42_{-0.05}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
15		$\phi34_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣2分	
16		$\phi30_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
17		$\phi20_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
18		$\phi50_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
19		75mm ±0.05mm	2	超差不得分	
20		M24×1.5－6H	2	超差不得分	
21		M65×1.5－6H	2	超差不得分	
22		*R*20mm等圆弧	3	超差不得分	
23		$5_{0}^{+0.03}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
24		倒角	2	超差不得分	
25	件3	$\phi75_{-0.021}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
26		$\phi50_{-0.021}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
27		$\phi60_{-0.021}^{0}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
28		M65×1.5－6g	3	超差不得分	
29		$\phi44_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
30		$\phi20_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
31		$\phi28_{0}^{+0.021}$mm	2	超差0.01mm扣1分	
32		*R*20mm和圆锥	2	超差不得分	
33		69mm ±0.05mm	2	超差不得分	
34		$5_{0}^{+0.03}$mm×5mm	2	超差0.01mm扣1分	
35		倒角	2	超差一处扣1分，不倒扣	
36	组合	组合62.5mm ±0.10mm	2	超差不得分	
37		组合70mm ±0.10mm	2	超差不得分	
38		球面配合	2	超差不得分	
39		接触面积	2	超差不得分	
40		螺纹配合适中	2	超差不得分	
41	表面粗糙度	*Ra*1.6μm	2	超差一处扣2分，不倒扣	
42		*Ra*3.2μm	2	超差一处扣2分，不倒扣	
43	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣1分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
43	程序编制	数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	1	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
44	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	1	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	1		
45	其他项目	工件完整、局部无缺陷	1	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	1	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 6-2）

表 6-2　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，ϕ80mm×57mm	件	1	
3	件 2 毛坯材料	45 钢，ϕ80mm×77mm 钻出 ϕ18mm 的通孔预钻孔	件	1	
4	件 3 毛坯材料	45 钢，ϕ80mm×73mm 钻出 ϕ18mm 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 6-3）

表 6-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
1	游标卡尺	0.02/0～150	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M24×1.5－6H	1	
5	螺纹塞规	M65×1.5－6H	1	
6	百分表	0.01/0～10	1	
7	磁性表座		1	
8	半径样板	R7～R14.5，R15～R25	各 1	
9	内径量表	0.01/18～35	1	
10	塞尺	0.02～1	1 副	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　　注
11	外圆车刀	93°、45°	各 1	
12	不重磨外圆车刀	R 型、V 型、T 型、S 型刀片	各 1	选用
13	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	
14	内、外切槽刀	刀宽 2	各 1	
15	内孔车刀	ϕ8 不通孔、ϕ16 通孔	各 1	
16	麻花钻	中心钻、ϕ8、ϕ16、ϕ20	各 1	
17	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
18	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯分别为 ϕ80mm × 57mm、ϕ80mm × 77mm 钻出 ϕ18mm 的通孔预钻孔和 ϕ80mm × 73mm 钻出 ϕ18mm 的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件 1、工件 2 和工件 3 的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件 1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi34_{-0.021}^{0}$ mm，$\phi75_{-0.021}^{0}$ mm，25mm ± 0.05mm，55mm ± 0.05mm，R5mm，R36mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi11_{0}^{+0.021}$ mm，10mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

2）槽加工。

① 两个端面槽，保证尺寸 $\phi50_{0}^{+0.05}$ mm，$\phi42_{0}^{+0.05}$ mm，4mm，3mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

② 一个外切槽，保证尺寸 4mm × 2mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

③ 一个外切槽，保证尺寸 ϕ67mm，$50_{0}^{+0.03}$ mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M24 × 1.5 − 6g，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi75_{-0.021}^{0}$ mm，$\phi50_{-0.021}^{0}$ mm，$\phi42_{-0.05}^{0}$ mm，75mm ± 0.05mm，R20mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi34^{+0.021}_{0}$ mm，$\phi30^{+0.021}_{0}$ mm，$\phi20^{+0.021}_{0}$mm，$\phi50^{+0.021}_{0}$mm，$R20$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。

① 一个外切槽，保证尺寸 $\phi50$mm，$5^{+0.03}_{0}$mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个内切槽，起螺纹退刀槽作用，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。

① 一组内螺纹 M24×1.5－6H，保证尺寸加工精度。

② 一组内螺纹 M65×1.5－6H，保证尺寸加工精度。

工件 3：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi75^{0}_{-0.021}$mm，$\phi50^{0}_{-0.021}$mm，$\phi60^{0}_{-0.021}$mm，69mm±0.05mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi44^{+0.021}_{0}$mm，$\phi20^{+0.021}_{0}$mm，$\phi28^{+0.021}_{0}$mm，$R20$mm，50°，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。

① 一个外切槽，保证尺寸 $5^{+0.03}_{0}$mm×5mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个外切槽，保证尺寸 3mm×2mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M65×1.5－6g，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）加工时间的合理安排。本工件为三件配合，加工时间应为 6～7h。因此，正确合理地安排加工时间也是本课题的加工难点。为此，在加工过程中应合理安排加工时间，提高加工效率。现将常用于提高考试件加工效率的方法归纳如下：

① 快速熟练地进行装夹校正，通常一次装夹与校正不能超过 10min。

② 快速正确地编程，通常后道工序的编程可在前道工序的加工过程中进行，即采用后台操作的方式进行编程。

③ 在可靠的装夹前提下，选择合适的切削用量参数。

④ 对机床的各种加工方式操作熟练，既可采用编程加工，也可采用手动或 MDI 方式加工。

⑤ 合理选择工序、工步，不能有做一步看一步的心理，应全盘考虑加工流程。

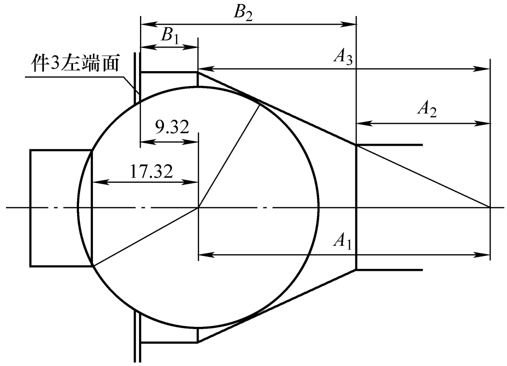
⑥ 快速进行对刀，通常一把刀的对刀时间不能超过 5min。

⑦ 正确进行测量，减少修正时间。

⑧ 减少无效的辅助时间。

2）圆锥位置尺寸的计算。工件加工完成后，用 $\phi40$mm 的标准球体进行装配，为了保证圆球在圆锥面和圆弧面中紧密贴合，必须严格控制圆锥面在长度方向的位

置要求。圆锥面在长度方向位置尺寸的分析与计算如图 6-2 所示。



$A_1 = R/\sin25° = 20/0.4226 = 47.32$;
$A_2 = 10/\tan25° = 10/0.4663 = 21.45$;
$A_3 = 22/\tan25° = 22/0.4663 = 47.18$;
$B_1 = 9.32 + 47.32 - 47.18 = 9.46$;
$B_2 = 9.32 + 47.32 - 21.45 = 35.19$。

图 6-2　圆锥位置尺寸的分析与计算

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分七道工序完成：

工序一：加工件 2 左端内、外轮廓，保证 $\phi50_{-0.021}^{0}$ mm、$\phi42_{-0.05}^{0}$ mm 及圆锥等外轮廓尺寸，同时保证 $\phi34_{0}^{+0.021}$ mm、$\phi30_{0}^{+0.021}$ mm 内孔尺寸及 M24 × 1.5 – 6H 内螺纹尺寸。

工序二：加工件 1 右端外轮廓，保证端面槽、端面圆锥、外螺纹、$\phi11_{0}^{+0.021}$ mm内孔等尺寸。

工序三：不拆除件 1，旋合件 2，加工件 2 右端外轮廓，同时加工外圆表面上的内凹圆弧及圆弧中 5 × ϕ42mm 外圆槽。

工序四：拆除件 1 和件 2，以件 2 外圆轮廓装夹加工件 2 右端内轮廓。

工序五：掉头装夹件 2，旋合件 1，加工件 1 左侧端面轮廓及外圆轮廓，保证外圆尺寸、外切槽尺寸、$\phi11_{0}^{+0.021}$ mm 内孔尺寸及总长尺寸等。

工序六：安装件 3，加工件 3 右端内、外轮廓，保证 $\phi60_{-0.021}^{0}$ mm 外圆尺寸和 $5_{0}^{+0.03}$ mm × 5mm 的外圆槽尺寸，同时保证 $\phi20_{0}^{+0.021}$ mm、$\phi28_{0}^{+0.021}$ mm 内孔尺寸及 R20mm 内型面精度。

工序七：掉头以 $\phi60_{-0.021}^{0}$ mm 外圆表面作为装夹表面，加工件 3 左端内、外轮廓，特别要保证内圆锥面的位置尺寸，用钢球和件 2 与之配合，保证各项配合精度。

具体的加工路线如下：

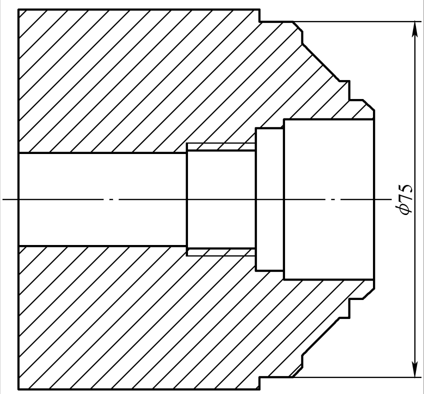
件2左端内、外轮廓 → 件1右端外轮廓 → 件2右端外轮廓 →

件2右端内轮廓 → 件1左侧端面轮廓及外圆轮廓 →

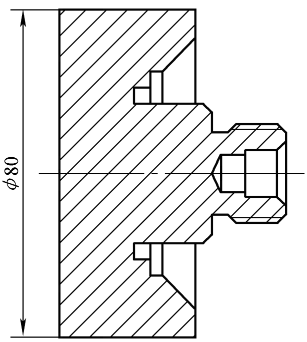
件3右端内、外轮廓 → 件3左端内、外轮廓

四、程序编制（见表 6-4）

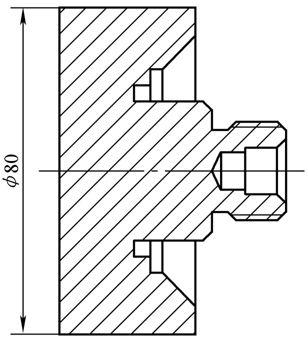
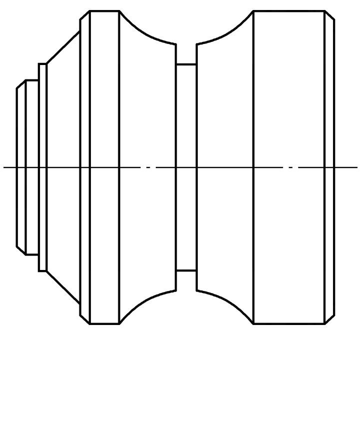
表 6-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 2 左端内、外轮廓		O0061； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X80.0 Z2.0； G94 X0.0 Z0.0 F0.08； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1； N10 G42 G00 X38.0； Z0； G01 X42.0 Z－2.0； Z－5.0； X50.0； Z－7.0； X66.0 Z－15.0； X73.0； X75.0 Z－16.0； Z－25.0； N20 G40 G00 X80.0； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S450； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.3　W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X34.0 Z2.0； G01 Z－19.0； X30.0； Z－25.0； X24.0； Z－37.0； X20.0； Z－50.0； N40 G40 X18.0； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； T0303 S500； G00 X22.0； Z－20.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X24.0 Z－37.0 P975 Q400 F1.5； G00 X10.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件 2 左端内、外轮廓，保证 $\phi50_{-0.021}^{0}$mm、$\phi42_{-0.05}^{0}$mm 及圆锥等外轮廓尺寸，同时保证 $\phi34_{0}^{+0.021}$mm、$\phi30_{0}^{+0.021}$mm 内孔尺寸及 M24×1.5 内螺纹尺寸 T0101 为外圆车刀，T0202 为内孔车刀，T0303 为内螺纹车刀

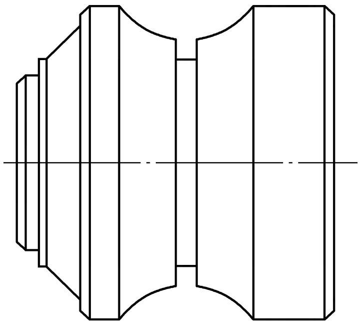
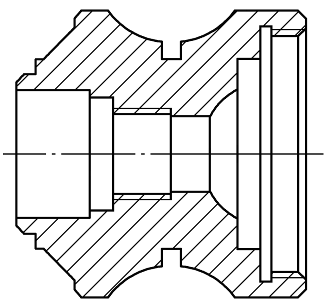
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件1右端外轮廓		O0062; G99 G21 G40; T0404 S350 M08; G00 X34.0 Z2.0; G01 Z-37.0 F0.1; G00 Z100.0; X100.0; T0707 S450; G00 X42.0; Z-22.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P50 Q60 U-0.3 W0.0 F0.1; N50 G41 G00 Z-33.0; G01 X50.0; Z-30.0; X66.0 Z-22.0; X80.0; N60 G00 X42.0 Z-18.0; G70 P50 Q60; G00 Z1.0; X15.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P70 Q80 U-0.3 W0.0 F0.1; N70 G01 X11.0 Z-1.0; Z-10.0; X0.0; G00 Z1.0; N80 X15.0; G70 P70 Q80; G00 X100.0 Z100.0; T0101 S800; G00 X25.0 Z2.0; G94 X0.0 Z0.0 F0.08; G71 U1.0 R0.5; G71 P90 Q100 U0.3 W0.0 F0.1; N90 G00 X16.0 Z2.0; G01 X24.0 Z-2.0; Z-18.0; X32.0; X34.0 Z-19.0; G00 Z2.0; N100 X25.0; G70 P90 Q100; G00 X100.0 Z100.0; T0505;	加工件1右端外轮廓，保证端面槽、端面圆锥、外螺纹、$\phi 11^{+0.021}_{0}$mm内孔等尺寸 T0404为内切槽刀；T0505为外切槽刀，刀宽为4mm；T0606为外螺纹车刀；T0707为内孔车刀（$\phi 8$mm不通孔）

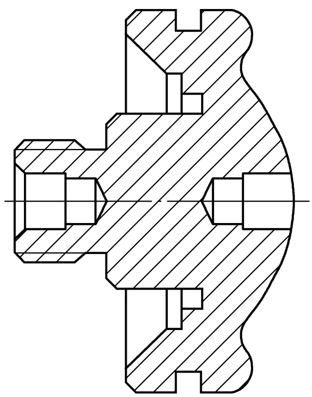
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件 1 右端外轮廓		G00 X35. 0； Z－18. 0； X24. 0； G01 X20. 0； X22. 0； X24. 0 Z－13. 0； X25. 0； G00 X100. 0 Z100. 0； T0606； G00 X26. 0 Z2. 0； G76 P020560 Q50 R0. 05； G76 X22. 05 Z－14. 0 P975 Q400 F1. 5； G00 X100. 0 ； Z100. 0； M05 M09； M30；	加工件 1 右端外轮廓，保证端面槽、端面圆锥、外螺纹、$\phi11^{+0.021}_{0}$mm 内孔等尺寸 T0404 为内切槽刀；T0505 为外切槽刀，刀宽为 4mm；T0606 为外螺纹车刀；T0707 为内孔车刀（$\phi8$mm 不通孔）
3	件 2 右端外轮廓		O0063； G99 G21 G40； T0101 M08； M03 S800； G00 X100. 0 Z100. 0 M08； X85. 0 Z2. 0； G94 X0. 0 Z0. 0 F0. 08； G90 X75. 0 Z－60. 0 F0. 8； G00 X80. 0； Z2. 0； X67. 0； G01 X75. 0 Z－2. 0； G00 X100. 0 Z100. 0； T0808； G00 Z－19. 0； X80. 0； G73 U10. 0 W0 R10； G73 P110 Q120 U0. 5 W0. 0 F0. 1； N110 G00 X75. 0 Z－19. 0； G02 X75. 0 Z－51. 0 R20. 0； N120 G00 X75. 0 Z－19. 0； G70 P110 Q120； G00 X100. 0 Z100. 0； T0505； G00 Z－37. 5； X75. 0；	不拆除件 1，旋合件 2，加工件 2 右端外轮廓，同时加工外圆表面上的内凹圆弧及圆弧中 5×$\phi42$mm 外圆槽 T0808 为外圆车刀

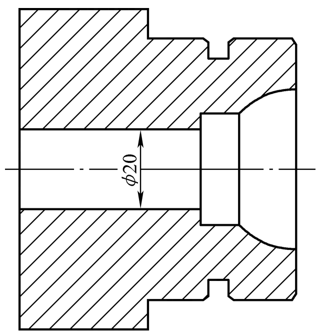
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件2右端外轮廓		G01 X50.0 F0.1; X75.0; Z-32.5; X50.0; X75.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	不拆除件1，旋合件2，加工件2右端外轮廓，同时加工外圆表面上的内凹圆弧及圆弧中5×ϕ42mm外圆槽 T0808为外圆车刀
4	件2右端内轮廓		O0064; G99 G21 G40; T0202 M08; G00 X60.0 Z2.0; G73 U10.0 W0 R10; G73 P130 Q140 U-0.5 W0.0 F0.1; N130 G42 G00 X71.05 Z2.0 S1200 F0.05; G01 X63.05 Z-2.0; Z-12.0; X50.0; Z-18.0; X34.3; G03 X20.0 Z-25.0 R20.0; N140 G40; G70 P130 Q140; G00 X100.0 Z100.0; T0909 S450; G00 X60.0 Z2.0; G01 Z-12.0; X60.0; Z2.0; G00 X100.0 Z100.0; T0303; G00 X60.0 Z2.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X65.0 Z-8.0 P975 Q400 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	拆除件1和件2（不组合加工件2右端内轮廓的目的是避免工件伸得太长导致加工刚性不足），以件2外圆轮廓装夹加工件2右端内轮廓 T0909为内切槽刀，刀宽为4mm

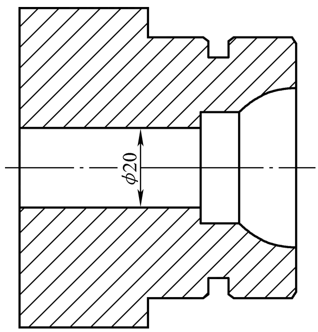
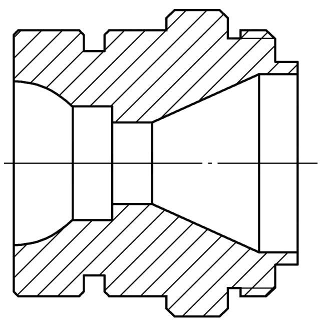
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件 1 左侧端面轮廓及外圆轮廓		O0065; G99 G21 G40; T0101 M08; M03 S800; G00 X78.0 Z2.0; G90 X75.0 Z-33.0 F0.1; G73 U10.0 W0 R10; G73 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1; N10 G41 G00 X11.0 Z0.0 S1200; G03 X44.47 Z-7.38 R36.0; G02 X57.18 Z-7.38 R5.0; G03 X75.0 Z-10.58 R5.0; G00 X80.0; Z2.0; N20 G41; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; T0202; G00 X10.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P30 Q40 U-0.5 W0.05 F0.1; N30 G41 G00 X11.0; G01 Z-10.0; X10.0; N40 G40; G70 P30 Q40; G00 X100.0 Z100.0; T0505; G00 X80.0 Z-39.0; G01 X75.0; X71.0 Z-37.0; X67.0; X80.0; Z-34.0; X75.0; X71.0 Z-36.0; X67.0; X80.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	掉头装夹件 2，旋合件 1，加工件 1 左侧端面轮廓及外圆轮廓，保证外圆尺寸、外切槽尺寸、$\phi11^{+0.021}_{0}$ mm 内孔尺寸及总长尺寸等

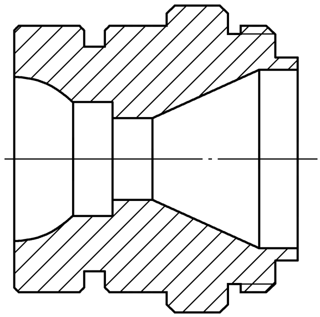
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
6	件3右端内、外轮廓		O0066； G99 G21 G40； M08； M03 S500； T0202； G00 X78.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.1； G00 X18.0； G73 U10 W0 R10； G73 P10 Q20 U－0.5 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X40.0 Z0.0； G03 X28.0 Z－20.0 R20； G01 Z－24.0； X20.0； Z－37.0； X18.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0101 S800； G00 X65.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U0.5 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X52.0； G01 X60.0 Z－2.0； Z－37.0； X71.0； X75.0 Z－39.0； G00 X65.0； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； T0505； G00 X62.0； Z－23.0； G01 X60.0 F0.1； X58.0 Z－22.0； X50.0；	安装件3，加工件3右端内、外轮廓，保证$\phi60_{-0.021}^{0}$mm外圆尺寸和$5_{0}^{+0.03}$mm×5mm的外圆槽尺寸，同时保证$\phi20_{0}^{+0.021}$mm、$\phi28_{0}^{+0.021}$mm内孔尺寸及$R20$mm内型面精度

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
6	件 3 右端内、外轮廓		X58.0； X60.0 Z-16.0； X65.0； G00 X100.0 Z100.0； M09； M05； M30；	安装件 3，加工件 3 右端内、外轮廓，保证 $\phi60_{-0.021}^{0}$mm 外圆尺寸和 $5_{0}^{+0.03}$mm × 5mm 的外圆槽尺寸，同时保证 $\phi20_{0}^{+0.021}$mm、$\phi28_{0}^{+0.021}$mm 内孔尺寸及 $R20$mm 内型面精度
7	件 3 左端内、外轮廓		O0067； G99 G40 G21； M08； M03 S500； T0202； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U-0.5 W0.05 F0.1； N10 G41 G00 X44.0； G01 Z-9.46； X20.0 Z-35.19； X18.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0101 S800； G00 X78.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U0.5 W0.05 F0.1； N30 G41 G00 X50.0； G01 Z-5.5； X63.0； X65.0 Z-6.5； Z-17.0； X73.0； X75.0 Z-18.0；	掉头以 $\phi60_{-0.021}^{0}$mm 外圆表面作为装夹表面，加工件 3 左端内、外轮廓，特别要保证内圆锥面的位置尺寸，用钢球和件 2 与之配合，保证各项配合精度 T0909 为外切槽刀，刀宽为 3mm

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
7	件3左端内、外轮廓		Z-32.0； X78.0； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； T0909； G00 X78.0 Z2.0； G01 Z-17.0； X59.0； X68.0； G00 X100.0 Z100.0； T0606 S450； G00 X65.0 Z-3.0； G76 P021160 Q100 R50； G76 X63.05 Z-14.0 P975 Q1000； G00 X200.0 Z100.0； M09； M05； M30；	掉头以 $\phi 60_{-0.021}^{0}$ mm 外圆表面作为装夹表面，加工件3左端内、外轮廓，特别要保证内圆锥面的位置尺寸，用钢球和件2与之配合，保证各项配合精度 T0909 为外切槽刀，刀宽为3mm

五、样例小结

在加工过程中要注意速度与精度的有机结合。因此，合理安排加工时间不仅是本例的加工难点，同时也是其他课题的加工难点。虽然速度与精度之间关系是相互对立的，但只要操作者能对加工时间进行合理安排，两者之间还是能做到有机统一的。

职业技能鉴定样例 7

考核目标

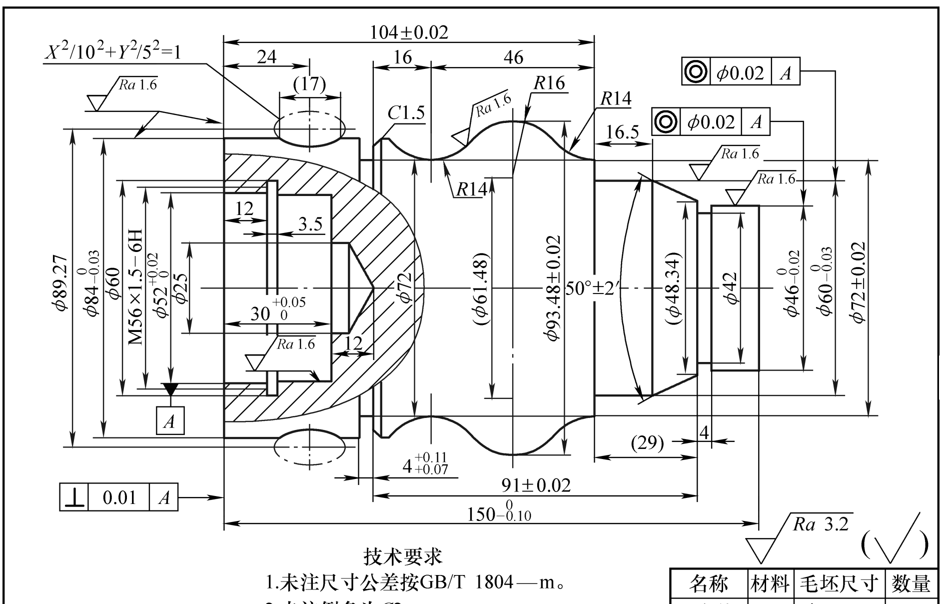
1）掌握尺寸链的计算方法。

2）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图 7-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。

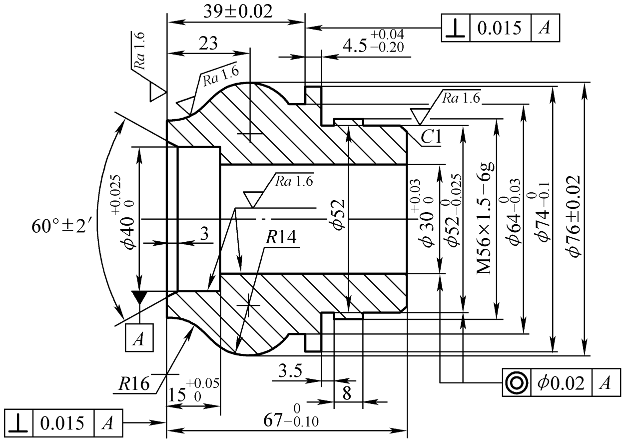


名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件1	45	φ95×152	1

a)

图 7-1　零件图

a）件 1 零件图



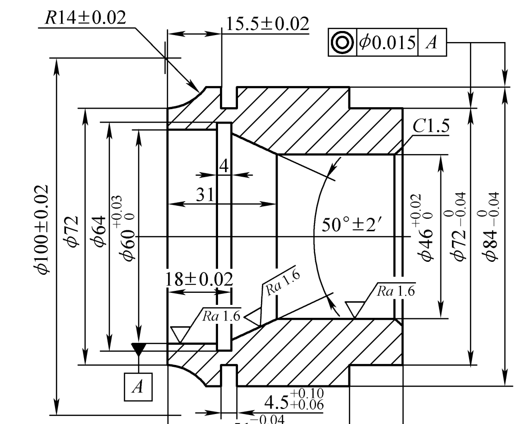
技术要求

1. 未注尺寸公差按GB/T 1804 — m。
2. 未注倒角为C2。

$\sqrt{Ra\ 3.2}$ ($\sqrt{}$)

名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件2	45	φ80×70	1

b)



技术要求

1. 未注尺寸公差按GB/T 1804 — m。
2. 未注倒角为C2。

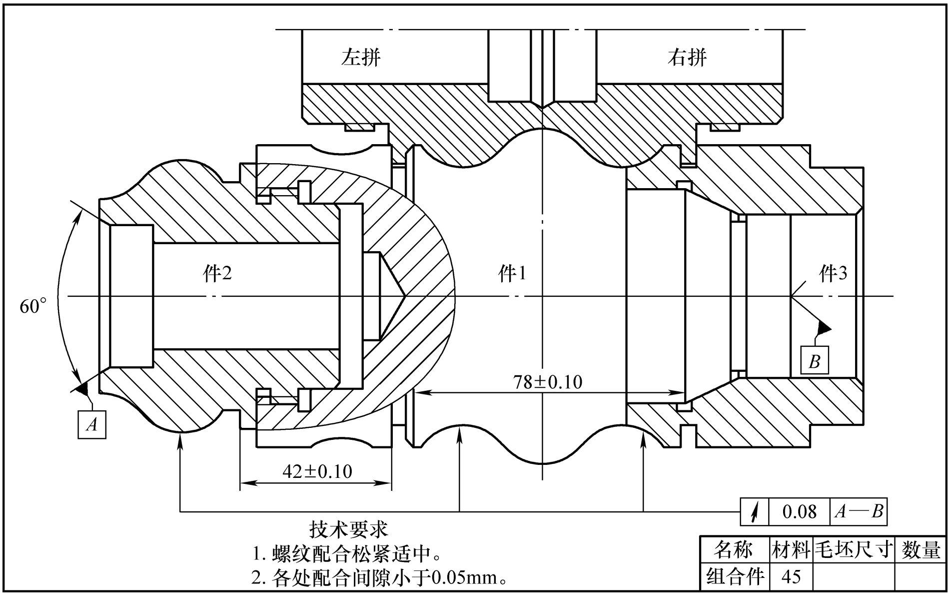
$\sqrt{Ra\ 3.2}$ ($\sqrt{}$)

名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件3	45	φ90×70	1

c)

图 7-1 零件图（续）

b）件 2 零件图 c）件 3 零件图



d)

图 7-1　零件图（续）

d）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 7-1。

表 7-1　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi 84_{-0.03}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
2		$\phi 60_{-0.03}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
3		$\phi 46_{-0.02}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
4		$\phi 93.48$mm ±0.02mm	1	超差不得分	
5		$\phi 72$mm ±0.02mm	1	超差不得分	
6		$\phi 52_{0}^{+0.02}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
7		$R14$mm、$R16$mm 等圆弧	3	超差不得分	
8		M56 ×1.5 −6H	2	超差不得分	
9		椭圆形状	2	超差不得分	
10		50° ±2′	1	超差不得分	
11		$150_{-0.10}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
12	件 1	$30^{+0.05}_{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
13		91mm ±0.02mm	1	超差不得分	
14		104mm ±0.02mm	1	超差不得分	
15		$4^{+0.11}_{+0.07}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
16		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
17	件 2	$\phi74^{0}_{-0.10}$mm	2	超差 0.01mm 扣 2 分	
18		ϕ76mm ±0.02mm	1	超差不得分	
19		$\phi64^{0}_{-0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
20		$\phi52^{0}_{-0.025}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
21		$\phi40^{+0.025}_{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
22		$\phi30^{+0.03}_{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
23		39mm ±0.02mm	1	超差不得分	
24		M56 ×1.5 −6g	2	超差不得分	
25		R16mm 等圆弧	2	超差不得分	
26		$4.5^{+0.04}_{-0.20}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
27		$15^{+0.05}_{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
28		$67^{0}_{-0.10}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
29		倒角	2	超差不得分	
30	件 3	$\phi84^{0}_{-0.04}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
31		$\phi72^{0}_{-0.04}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
32		R14mm ±0.02mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
33		$50° \pm 2'$	1	超差不得分	
34		$\phi60^{+0.03}_{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
35		$\phi46^{+0.02}_{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
36		$4.5^{+0.10}_{+0.06}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
37		$51^{-0.04}_{-0.06}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
38		$66^{0}_{-0.10}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
39		18mm ±0.02mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
40		15.5mm ±0.02mm	1	超差不得分	
41		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
42	组合	组合 42mm ±0.10mm	2	超差不得分	
43		组合 78mm ±0.10mm	2	超差不得分	
44		径向圆跳动 0.08mm	1	超差不得分	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
45	组合	螺纹配合适中	1	超差不得分	
46		配合间隙	1	超差不得分	
47	几何公差及表面粗糙度	$Ra1.6\mu m$	2	超差一处扣1分，不倒扣	
48		$Ra3.2\mu m$	2	超差一处扣1分，不倒扣	
49		同轴度 $\phi0.02mm$	1	超差一处扣1分，不倒扣	
50		同轴度 $\phi0.015mm$	1	超差一处扣1分，不倒扣	
51		垂直度 0.01mm	1	超差一处扣1分，不倒扣	
52		垂直度 0.015mm	1	超差一处扣1分，不倒扣	
53	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣1分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	1	不合理每处扣1分，不倒扣	
54	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	1	不合理每处扣2分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	1		
55	其他项目	工件完整、局部无缺陷	1	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	1	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 7-2）

表 7-2　设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，$\phi95mm\times152mm$ 钻出 $\phi20mm$ 的预钻孔	件	1	

（续）

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
3	件 2 毛坯材料	45 钢，ϕ80mm×70mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔	件	1	
4	件 3 毛坯材料	45 钢，ϕ90mm×70mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 7-3）

表 7-3　工、量、刃具准备　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～150	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M56×1.5－6H	1	
5	椭圆样板	长轴 10、短轴 5	1	
6	百分表	0.01/0～10	1	
7	磁性表座		1	
8	半径样板	R7～R14.5，R15～R25	各 1	
9	内径量表	0.01/18～35	1	
10	塞尺	0.02～1	1 副	
11	外圆车刀	93°、45°	各 1	
12	不重磨外圆车刀	R 型、V 型、T 型、S 型刀片	各 1	选用
13	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	
14	内、外切槽刀	刀宽 2	各 1	
15	内孔车刀	ϕ16 不通孔、ϕ16 通孔	各 1	
16	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ24	各 1	
17	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
18	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯分别为 ϕ95mm×152mm 钻出 ϕ20mm 的预钻孔、ϕ80mm×70mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔和 ϕ90mm×70mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件1、工件2和工件3的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi84_{-0.03}^{0}$mm，$\phi60_{-0.03}^{0}$mm，$\phi46_{-0.02}^{0}$mm，$\phi93.48$mm ± 0.02mm，$\phi72$mm ± 0.02mm，$150_{-0.10}^{0}$mm，91mm ± 0.02mm，104mm ± 0.02mm，50° ± 2′，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi60$mm，$\phi25$mm，$\phi52_{0}^{+0.02}$mm，$30_{0}^{+0.05}$mm，12mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。

① 一个内沟槽，保证尺寸 $\phi60$mm，3.5mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个外切槽，保证尺寸 $\phi72$mm，$4_{+0.07}^{+0.11}$mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

③ 一个外切槽，保证尺寸 $\phi42$mm，4mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组内螺纹 M56 × 1.5 − 6H，保证尺寸加工精度。

工件2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi76$mm ± 0.02mm，$\phi74_{-0.10}^{0}$mm，$\phi64_{-0.03}^{0}$mm，$\phi52_{-0.025}^{0}$mm，39mm ± 0.02mm，$67_{-0.10}^{0}$mm，$R16$mm，$R14$mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi40_{0}^{+0.025}$mm，$\phi30_{0}^{+0.03}$mm，$15_{0}^{+0.05}$mm，60° ± 2′，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 $\phi52$mm，3.5mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M56 × 1.5 − 6g，保证尺寸加工精度。

工件3：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi84_{-0.04}^{0}$mm，$\phi72_{-0.04}^{0}$mm，$51_{-0.06}^{-0.04}$mm，$66_{-0.10}^{0}$mm，15.5mm ± 0.02mm，$R14$mm ± 0.02mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi60_{0}^{+0.03}$mm，$\phi46_{0}^{+0.02}$mm，18mm ± 0.02mm，50° ± 2′，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu m$，其余均为 $Ra3.2\mu m$。

2）槽加工。

① 一个内沟槽，保证尺寸 $\phi64$mm，4mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

② 一个外切槽，保证尺寸 $\phi72$mm，$4.5^{+0.10}_{+0.06}$mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu m$。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析　工艺尺寸链的求解方法如下：在数控加工过程中，工艺尺寸链的分析与计算也是其重点与难点。现以件 2 中尺寸 $4.5^{+0.04}_{-0.20}$mm 来简要说明工艺尺寸链的求解方法。

如图 7-2 所示，尺寸 $4.5^{+0.04}_{-0.20}$mm 并不是直接加工获得的，而是通过保证尺寸 $67^{\ 0}_{-0.10}$mm、39mm ±0.02mm 和 A_1 尺寸来间接保证的。加工时，先保证总长尺寸 67mm，再加工出 A_1 尺寸，然后掉头加工 39mm 尺寸，从而保证 4.5mm 尺寸的公差要求，为此，需通过尺寸链计算求解 A_1 工艺尺寸的大小及公差。求解过程如下。

1）画尺寸链简图。通过加工工艺分析，画出如图 7-3 所示工艺尺寸链简图，确定出增环、减环和封闭环。

2）求出 A_1 公称尺寸。

$A_1 = A_3 - A_2 - A_0 = 23.5$mm

3）求出 A_1 尺寸的公差。

$A_{0max} = A_{3max} - (A_{1min} + A_{2min}) = 67.0mm - (A_{1min} + 38.98mm) = 4.54mm$

则 $A_{1min} = 23.5mm - 0.02mm$

$A_{0min} = A_{3min} - (A_{1max} + A_{2max}) = 66.9mm - (A_{1max} + 39.02mm) = 4.30mm$

则 $A_{1max} = 23.5mm + 0.08mm$

通过以上计算，得出 A_1 尺寸为 $23.5^{+0.08}_{-0.02}$mm。

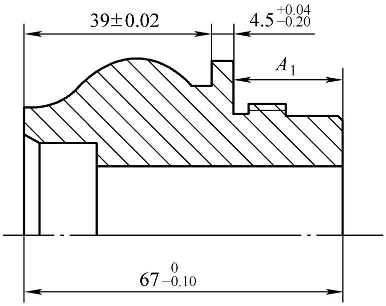


图 7-2　零件图

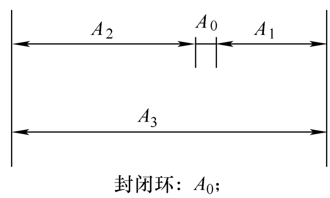


图 7-3　尺寸链简图

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分六道工序完成：

工序一：加工件 3 左端内、外轮廓，保证外圆、外圆槽、内圆柱孔、内圆锥孔、内螺纹等轮廓的精度要求。

工序二：掉头装夹，以 $\phi46^{\ 0}_{-0.02}$mm 内孔作为校正表面，加工件 3 右端外轮廓，注意保证 $\phi84^{\ 0}_{-0.04}$mm 外圆表面接刀处的表面质量。

工序三：加工件 2 右端内、外轮廓，保证 $\phi30^{+0.03}_{\ 0}$mm 内孔尺寸、$\phi52^{\ 0}_{-0.025}$mm

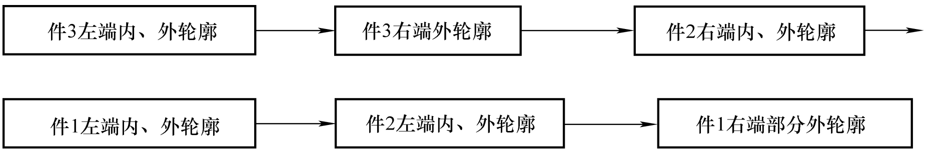
和 $\phi74_{-0.10}^{\ 0}$mm 外圆尺寸及 M56×1.5－6g 外螺纹的尺寸精度。

工序四：拆除件 2，加工件 1 左端内、外轮廓，保证 $\phi84_{-0.03}^{\ 0}$mm 外圆、椭圆、外切槽、M56×1.5－6H 内螺纹、$\phi52_{\ 0}^{+0.02}$mm 内孔等尺寸的精度要求。

工序五：不拆除件 1，螺纹旋合件 2，加工件 2 左端内、外轮廓，保证外圆弧轮廓、台阶孔的尺寸和几何精度要求，间接保证 $4.5_{-0.20}^{+0.04}$mm 尺寸。

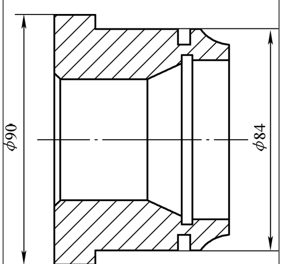
工序六：掉头以一夹一顶的方式进行装夹与校正，加工件 1 右端圆弧形外轮廓及圆锥轮廓，分别用件 2 和件 3 与之配合，保证各项配合精度。

具体的加工路线如下：

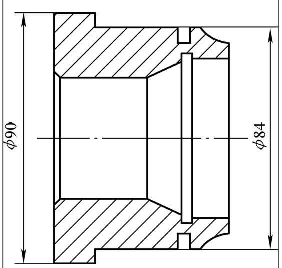
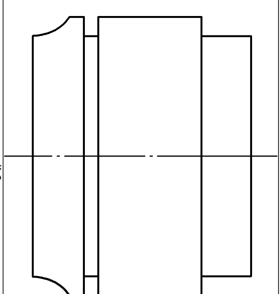


四、程序编制（见表 7-4）

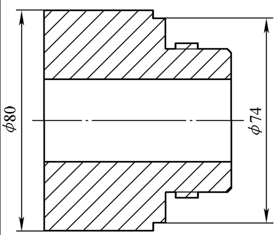
表 7-4 参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 3 左端内、外轮廓		O0071； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.1； G73 U10 W0 R10； G73 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1； N10 G42 G00 X72.0； Z0.0； G03 X84.0 Z－10.89 R14； G01 Z－51.0； N20 G40 G00 X100.0； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S450； G00 X85.0 Z－19.5； G01 X72.0； X85.0； G00 X100.0 Z100.0； T0303 S800； G00 X20.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5；	加工件 3 左端内、外轮廓，保证外圆、外圆槽、内圆柱孔、内圆锥孔、内螺纹等轮廓的精度要求 T0101 为外圆车刀；T0202 为外切槽刀，刀宽为 4.5mm；T0303 为内孔车刀；T0404 为内切槽刀，刀宽为 4mm

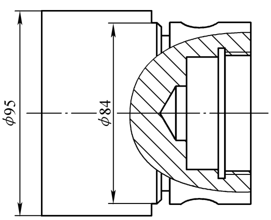
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件3 左端内、外轮廓		G71 P30 Q40 U－0.3 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X60.0 Z0.0； G01 Z－18.0； X64.46； X46.0 Z－31.0； Z－66.0； N40 G00 X20.0； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； T0404 S350； G00 X55.0 Z2.0； G01 Z－18.0； X64.0； X55.0； G00 Z2.0； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件3左端内、外轮廓，保证外圆、外圆槽、内圆柱孔、内圆锥孔、内螺纹等轮廓的精度要求 T0101为外圆车刀；T0202为外切槽刀，刀宽为4.5mm；T0303为内孔车刀；T0404为内切槽刀，刀宽为4mm
2	件3 右端外轮廓		O0072； G99 G21 G40； T0101； M03 S800 M08； G00 X100.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.1； G90 X84.0 Z－15.0 F0.1； G00 X100.0 Z100.0； T0303； G00 X52.0 Z1.5； G01 X46.0 Z－1.5； G00 X45.0； Z2.0； X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	掉头装夹，以φ46$_{-0.02}^{0}$mm内孔作为校正表面，加工件3右端外轮廓，注意保证φ84$_{-0.04}^{0}$mm外圆表面接刀处的表面质量

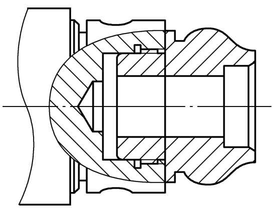
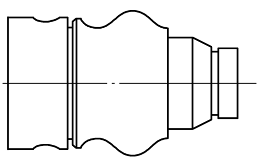
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件 2 右端内、 外轮廓	 	O0073; G99 G21 G40; T0101; M03 S800 M08; G00 X80.0 Z2.0; G94 X-1.0 Z0.0 F0.1; G71 U1.0 R0.5; G71 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1; N10 G42 G00 X48.0; Z1.0; G01 X52.0 Z-1.0; Z-12.0; X56.0; Z-23.5; X74.0; Z-28.0; N20 G40 G00 X80.0; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; T0202 S450; G00 X60.0 Z-23.5; G01 X52.0; X60.0; G00 X100.0 Z100.0; T0404 S450; G00 X64.0 Z2.0; G76 P020560 Q50 R0.05; G76 X54.05 Z-20.5 P975 Q400 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; T0303 S800; G00 X18.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P10 Q20 U-0.3 W0.0 F0.1; N10 G41 G00 X18.0; Z2.0; G01 X30.0; Z-67.0; N20 G40 G00 X18.0; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	加工件 2 右端内、外轮廓，保证 $\phi30^{+0.03}_{0}$ mm 内孔尺寸、$\phi52^{0}_{-0.025}$ mm 和 $\phi74^{0}_{-0.10}$ mm 外圆尺寸及 M56×1.5-6g 外螺纹的尺寸精度 T0303 为内孔车刀，T0404 更换为外螺纹车刀

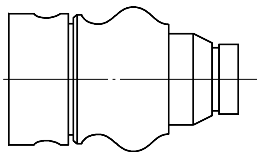
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件 1 左端内、外轮廓		O0074； G99 G21 G40； T0101 M08； M03 S800； G00 X100.0 Z2.0； G94 X-1.0 Z0.0 F0.1； G90 X84.0 Z-42.0 F0.1； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S450； G00 X100.0； Z-43.5； G01 X84.0； X81.0 Z-42.0； X72.0； X90.0； G00 X100.0 Z100.0； T0303 S800； G00 X20.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U-0.3 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X54.05； G01 Z-15.5； X52.0； Z-30.0； X25.0； Z-34.78； N20 G40 G00 X20.0； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0505 S350； G00 X50.0 Z2.0； G01 Z-15.5； X60.0； X50.0； G00 Z2.0； X100.0 Z100.0； T0606 S450； G00 X52.0 Z2.0； G76 P020560 Q50 R0.05； G76 X57.95 Z-12.0 R975 Q400 F1.5； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	拆除件 2，加工件 1 左端内、外轮廓，保证 $\phi84_{-0.03}^{0}$ mm 外圆、椭圆、外切槽、M56 × 1.5 - 6H 内螺纹、$\phi52_{0}^{+0.02}$ mm 内孔等尺寸的精度要求 T0505 为内切槽刀，刀宽为 3.5mm；T0606 为内螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件 2 左端内、 外轮廓		O0075； G99 G21 G40； T0101 M08； M03 S800； G00 X80.0 Z2.0； G73 U10.0 W0 R10； G73 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1； N10 G42 G01 X54.52； Z0.0； G02 X65.8 Z－12.19 R16.0； G03 X64.0 Z－34.49 R14.0； G01 Z－39.0； N20 X76.0； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0303 S800； G00 X38.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.3 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X43.46 Z2.0； G01 Z0.0； X40.0 Z－3.0； Z－15.0； X30.0； Z－67.0； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	不拆除件 1，螺纹旋合件 2，加工件 2 左端内、外轮廓，保证外圆弧轮廓、台阶孔的尺寸和几何精度要求，间接保证 $4.5^{+0.04}_{-0.20}$ mm 尺寸
6	件 1 右端部分外轮廓		O0076； G99 G21 G40； M08； T0101； M03 S800； G00 X90.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.1； G73 U11.0 W0 R11； G73 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1； N10 G00 G42 X46.0；	掉头以一夹一顶的方式进行装夹与校正，加工件 1 右端圆弧形外轮廓及圆锥轮廓，分别用件 2 和件 3 与之配合，保证各项配合精度 T0707 为切槽刀，刀宽为 4mm

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
6	件 1 右端部分外轮廓		G01 Z－17.0； X60.0 Z－29.5； Z－46.0； X72.0； G02 X82.02 Z－56.73 R14.0； G03 X82.02 Z－81.27 R16.0； G02 X84.0 Z－103.49 R14.0； G01 Z－108.0； N20 X100.0； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0707 S450； G00 Z－17.0； X60.0； G01 X42.0； X60.0； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	掉头以一夹一顶的方式进行装夹与校正，加工件 1 右端圆弧形外轮廓及圆锥轮廓，分别用件 2 和件 3 与之配合，保证各项配合精度 T0707 为切槽刀，刀宽为 4mm

五、样例小结

不管是在数控加工过程中，还是在其他方式的加工过程中，均会碰到工艺尺寸的换算问题，这些问题通常通过求解尺寸链的方法解决。因此，需要牢固掌握尺寸链求解方法。

职业技能鉴定样例 8

考核目标

1）掌握薄壁零件的加工方法。

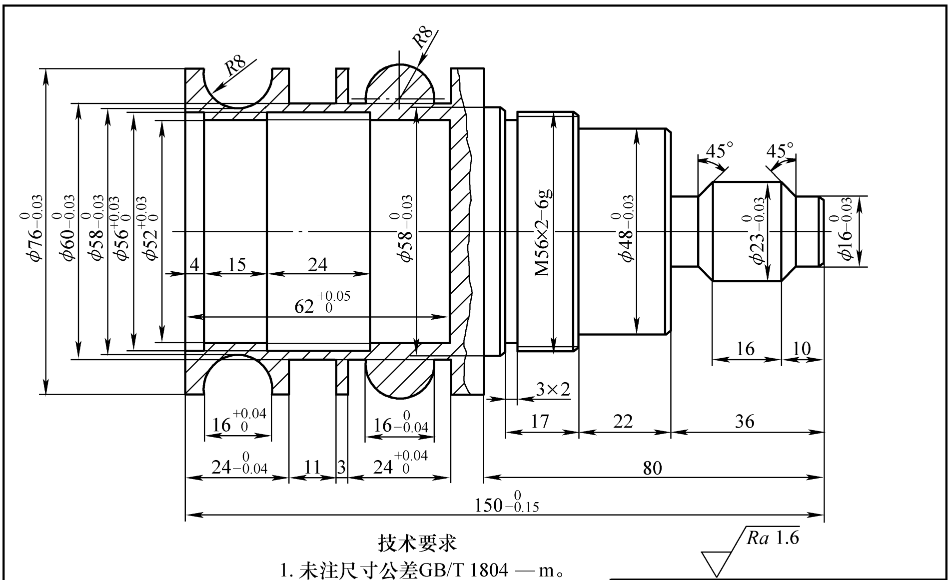
2）掌握内凹半圆、外凸半圆以及 T 形槽的加工方法。

3）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图 8-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。

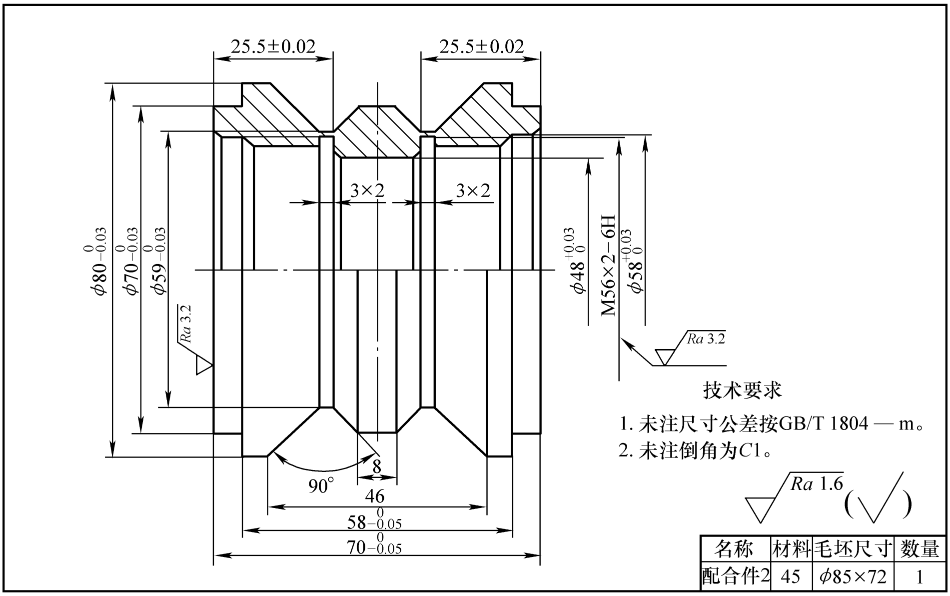


名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件1	45	$\phi80\times152$	1

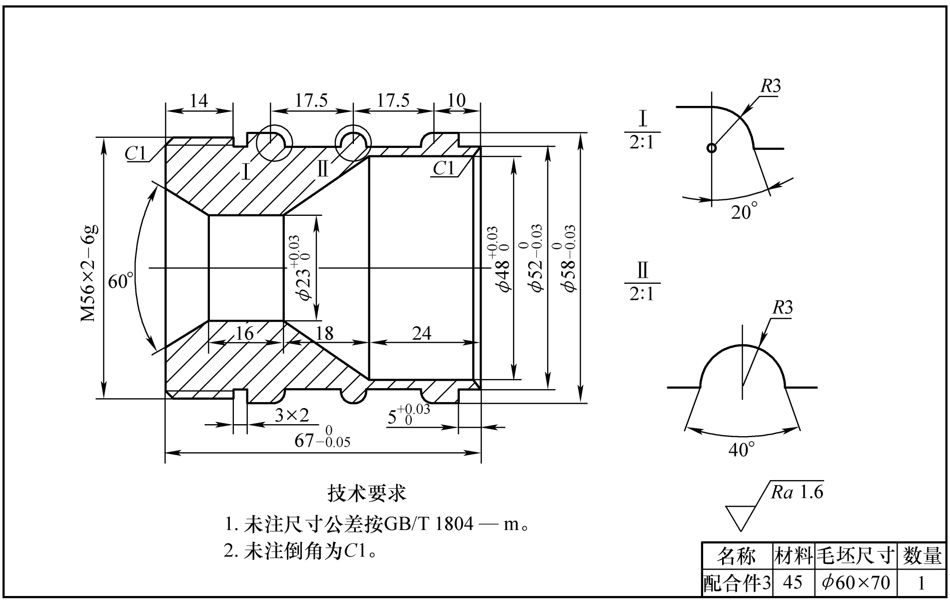
a)

图 8-1　零件图

a）件 1 零件图



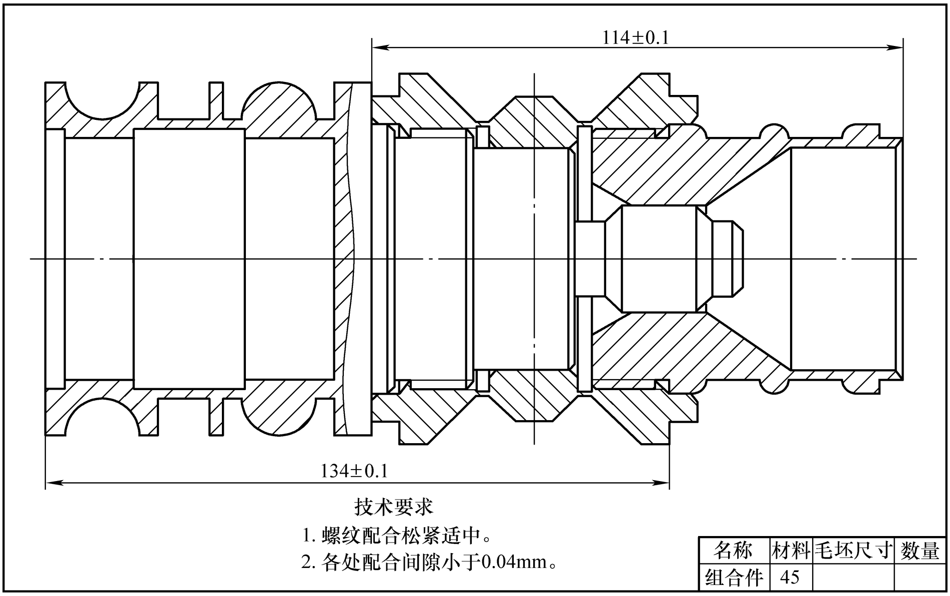
b)



c)

图 8-1 零件图（续）

b）件 2 零件图 c）件 3 零件图



d)

图 8-1 零件图（续）

d）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 8-1。

表 8-1 工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi76_{-0.03}^{\ 0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
2		$\phi60_{-0.03}^{\ 0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
3		$\phi48_{-0.03}^{\ 0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
4		$\phi23_{-0.03}^{\ 0}$ mm	2	超差不得分	
5		$\phi16_{-0.03}^{\ 0}$ mm	2	超差不得分	
6		$\phi56_{\ 0}^{+0.03}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
7		$\phi52_{\ 0}^{+0.03}$ mm	3	超差不得分	
8		$62_{\ 0}^{+0.05}$ mm	2	超差不得分	
9		$16_{\ 0}^{+0.04}$ mm	2	超差不得分	
10		$24_{\ 0}^{+0.04}$ mm	2	超差不得分	
11		$R8$mm 凹凸圆弧	2	超差 0.01mm 扣 1 分	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
12	件 1	M56×2－6g	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
13		$16_{-0.04}^{0}$mm	2	超差不得分	
14		$24_{-0.04}^{0}$mm	2	超差不得分	
15		$150_{-0.15}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
16		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
17	件 2	$\phi80_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 2 分	
18		$\phi70_{-0.03}^{0}$mm	2	超差不得分	
19		$\phi59_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
20		$\phi58_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
21		$\phi48_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
22		25.5mm±0.02mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
23		M56×2－6H	3	超差不得分	
24		梯形槽	2	超差不得分	
25		$70_{-0.05}^{0}$mm	2	超差不得分	
26		$58_{-0.05}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
27		倒角	2	超差不得分	
28	件 3	$\phi58_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
29		$\phi52_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
30		$\phi48_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
31		$\phi23_{0}^{+0.03}$mm	2	超差不得分	
32		$5_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
33		$67_{-0.05}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
34		M56×2－6g	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
35		$R3$mm 凸台及圆锥	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
36		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
37	组合	组合 114mm±0.10mm	2	超差不得分	
38		组合 134mm±0.10mm	2	超差不得分	
39		螺纹配合适中	2	超差不得分	
40		配合间隙	2	超差不得分	
41	表面粗糙度	$Ra1.6\mu m$	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
42		$Ra3.2\mu m$	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
43	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
44	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
45	其他项目	工件完整、局部无缺陷	1	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	1	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 8-2）

表 8-2　设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，ϕ80mm×152mm 钻出 ϕ20mm 的预钻孔	件	1	
3	件 2 毛坯材料	45 钢，ϕ85mm×72mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔	件	1	
4	件 3 毛坯材料	45 钢，ϕ60mm×70mm 钻出 ϕ20mm 的通孔预钻孔	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 8-3）

表 8-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～150	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	

（续）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M56×2－6H	1	
5	百分表	0.01/0～10	1	
6	磁性表座		1	
7	半径样板	R7～R14.5，R15～R25	各1	
8	内径量表	0.01/18～35	1	
9	塞尺	0.02～1	1副	
10	外圆车刀	93°、45°	各1	
11	不重磨外圆车刀	R型、V型、T型、S型刀片	各1	选用
12	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各1	
13	内、外切槽刀	刀宽2	各1	
14	内孔车刀	ϕ16不通孔、ϕ16通孔	各1	
15	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ24	各1	
16	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各1	
17	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为45钢。毛坯分别为ϕ80mm×152mm钻出ϕ20mm的预钻孔、ϕ85mm×72mm钻出ϕ20mm的通孔预钻孔和ϕ60mm×70mm钻出ϕ20mm的通孔预钻孔的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件1、工件2和工件3的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为$\phi 76_{-0.03}^{\ 0}$mm，$\phi 60_{-0.03}^{\ 0}$mm，$\phi 48_{-0.03}^{\ 0}$mm，$\phi 23_{-0.03}^{\ 0}$mm，$\phi 16_{-0.03}^{\ 0}$mm，$150_{-0.15}^{\ 0}$mm，R8mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为Ra1.6μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为$\phi 56_{0}^{+0.03}$mm，$\phi 52_{0}^{+0.03}$mm，$62_{0}^{+0.05}$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为Ra1.6μm。

2）槽加工。

① 一个圆弧槽，保证尺寸 $16^{+0.04}_{0}$mm，R8mm，表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

② 一个外切槽，保证尺寸 $\phi60^{\ 0}_{-0.03}$mm，11mm，表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

③ 两个外切槽，起退刀作用，表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M56×2－6g，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi80^{\ 0}_{-0.03}$mm，$\phi70^{\ 0}_{-0.03}$mm，25.5mm±0.02mm，$70^{\ 0}_{-0.05}$mm，$58^{\ 0}_{-0.05}$mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi58^{+0.03}_{0}$mm，$\phi48^{+0.03}_{0}$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

2）槽加工。

① 两个梯形槽，保证尺寸 $\phi59^{\ 0}_{-0.03}$mm，8mm，25.5mm±0.02mm，90°，表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

② 两个内槽，保证尺寸 3mm×2mm，表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

3）螺纹加工。一组内螺纹 M56×2－6H，保证尺寸加工精度。

工件 3：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi58^{\ 0}_{-0.03}$mm，$\phi52^{\ 0}_{-0.03}$mm，$5^{+0.03}_{0}$mm，$67^{\ 0}_{-0.05}$mm，R3mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi48^{+0.03}_{0}$mm，$\phi23^{+0.03}_{0}$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 3mm×2mm，表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M56×2－6g，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）防止和减少薄壁工件变形的方法。

① 工件分粗、精车阶段。粗车时，由于切削余量较大，夹紧力稍大些，变形也相应大些；精车时，夹紧力可稍小些，一方面夹紧变形小，另一方面精车时还可以消除粗车时因切削力过大而产生的变形。

② 合理选用刀具的几何参数。精车薄壁工件时，刀柄的刚度要求高，车刀的修光刃不宜过长（一般取 0.2～0.3mm），刃口要锋利。

③ 增大装夹接触面。采用开缝套筒（见图 8-2）或一些特制的软卡爪，使接触面增大，让夹紧力均布在工件上，从而使工件夹紧时不易产生变形。

④ 应采用轴向夹紧夹具。车薄壁工件时，尽量不使用图 8-3a 所示的径向夹

紧，而优先选用图 8-3b 所示的轴向夹紧方法。在图 8-3b 中，工件靠轴向夹紧套（螺纹套）的端面实现轴向夹紧，由于夹紧力 F 沿工件轴向分布，而工件轴向刚度大，不易产生夹紧变形。

⑤ 增加工艺肋。有些薄壁工件在其装夹部位特制几根工艺肋（见图 8-4），以增强此处刚性，使夹紧力作用在工艺肋上，以减少工件的变形，加工完毕后，再去掉工艺肋。

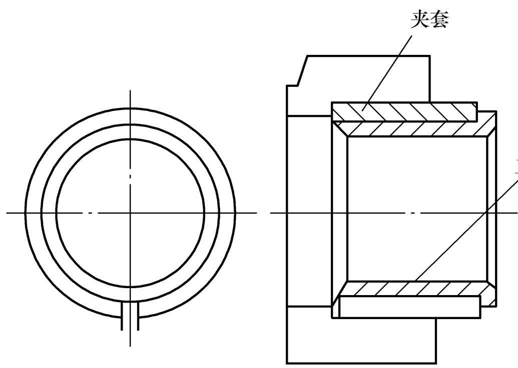


图 8-2　增大装夹接触面

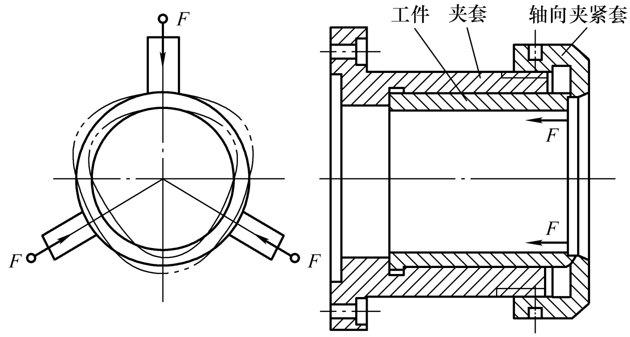


图 8-3　薄壁套的夹紧

⑥ 充分浇注切削液。通过充分浇注切削液，降低切削温度，减少工件热变形。

2）数控车削薄壁件。数控车床进行薄壁件加工时，具有较大的优势，对于直径较小（ϕ160mm 以内）、长度短（250mm 以下）、壁厚为 2 ~ 2.5mm 的薄壁工件，可以一次性车削成形。但应注意不要夹持在薄壁部位，同时应选择合适的刀具角度，具体的刀具参数角度如下。

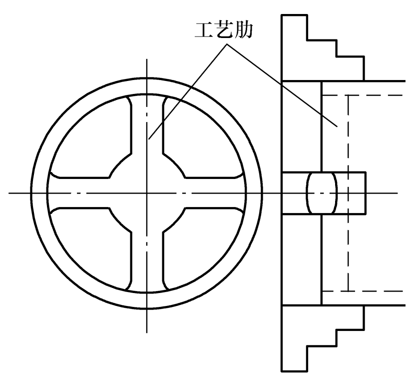


图 8-4　增加工艺肋

① 外圆精车刀。$\kappa_r = 90° \sim 93°$，$\kappa'_r = 15°$，$\alpha_o = 14° \sim 16°$，$\alpha_{o1} = 15°$，γ_o适当增大，刀具材料为 YW1 硬质合金。

② 内孔精车刀。$\kappa_r = 60°$，$\kappa'_r = 30°$，$\gamma_o = 35°$，$\alpha_o = 14° \sim 16°$，$\alpha_{o1} = 6° \sim 8°$，$\lambda_s = 5° \sim 6°$，刀具材料为 YW1 硬质合金。

③ 精加工车削参数。$v_c=160\text{mm/min}$，$f=0.1\text{mm/r}$，$a_p=0.2\sim0.4\text{mm}$。

通过以上分析，本例的薄壁工件可采用悬臂装夹的方式进行加工。

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分七道工序完成：

工序一：加工件 3 右端内、外轮廓，注意先加工外轮廓，再加工内轮廓，保证 $\phi58_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi52_{-0.03}^{\ 0}$mm 外圆尺寸，同时保证 $\phi48_{\ 0}^{+0.03}$mm、$\phi23_{\ 0}^{+0.03}$mm 内孔和内锥孔的精度要求。

工序二：掉头装夹，以 ϕ23mm 内孔表面作为校正面进行校正，加工件 3 左端外轮廓、内锥孔，保证各项精度要求。

工序三：加工件 2 右端内孔及外圆台阶，保证 $\phi70_{-0.03}^{\ 0}$mm 外圆尺寸，同时保证 $\phi48_{\ 0}^{+0.03}$mm、$\phi58_{\ 0}^{+0.03}$mm 内孔和 M56×2－6H 内螺纹的精度要求，用件 3 与之螺纹旋合，保证配合精度要求。

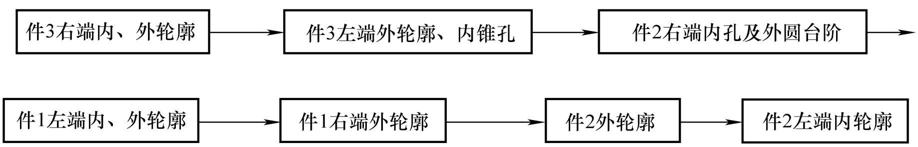
工序四：拆除件 2，加工件 1 左端内、外轮廓。

工序五：掉头采用一夹一顶的方式装夹件 1，加工件 1 右端外轮廓，保证 $\phi58_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi48_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi23_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi16_{-0.03}^{\ 0}$mm 的外圆尺寸及 M56×2－6g 的外螺纹尺寸的精度要求。

工序六：不拆除件 1，用螺纹连接方式安装件 2，加工件 2 外轮廓，保证 $\phi80_{-0.03}^{\ 0}$mm 外圆及 T 形槽的各项精度要求。

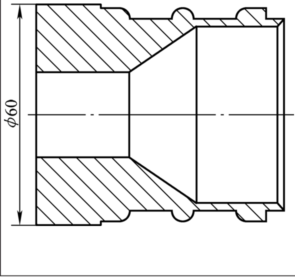
工序七：拆下件 1，以件 2 的 ϕ80mm 外圆作为装夹表面，校正 ϕ48mm 内轮廓后加工件 2 左端内轮廓，保证 $\phi58_{\ 0}^{+0.03}$mm 内孔和 M56×2－6H 内螺纹的精度要求，用件 3 和件 1 与之试配，保证配合精度要求。

具体的加工路线如下：

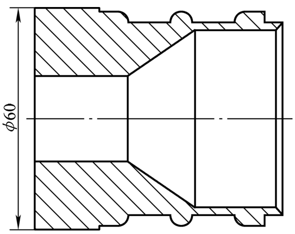
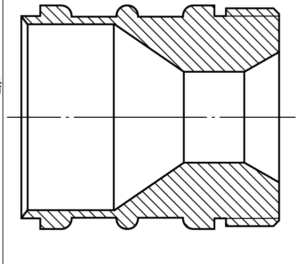


四、程序编制（见表 8-4）

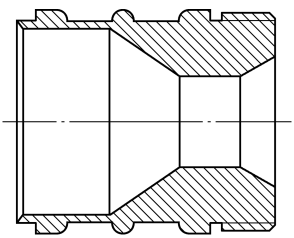
表 8-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 3 右端内、 外轮廓	 	O0081； G99 G21 G40； M08； M03 S800； T0101； G00 X65.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.1； G73 U10.0 W0 R10； G73 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1；	加工件 3 右端内、外轮廓，注意先加工外轮廓，再加工内轮廓，保证 $\phi58_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi52_{-0.03}^{\ 0}$mm 外圆尺寸，同时保证 $\phi48_{\ 0}^{+0.03}$mm、$\phi23_{\ 0}^{+0.03}$mm 内孔和内锥孔的精度要求

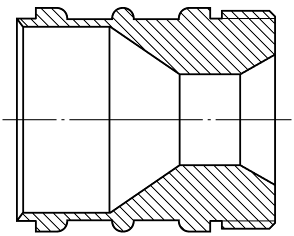
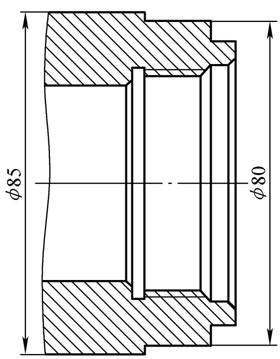
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 3 右端内、外轮廓		N10 G42 G00 X52.0； Z0； G01 Z－5.0； X58.0； Z－10.0； G03 X52.0 Z－13.0 R3.0 F0.1； Z－24.5； G03 X58.0 Z－30.5 R3.0 F0.1； Z－42.0； G03 X58.0 Z－45.0 R3.0 F0.1； Z－50.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0202； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.3 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X52.0； Z0； G01 X48.0 Z－1.0； Z－24.0； X23.0 Z－42.0； Z－16.0； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	T0101 为外圆车刀，T0202 为内孔刀
2	件 3 左端外轮廓、内锥孔		G99 G21 G40； M08； M03 S800； T0101； G00 X60.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X54.0； Z0； G01 X56.0 Z－1.0； Z－17.0； X58.0； Z－22； N20 G00 X60.0 Z2.0；	掉头装夹，以 φ23mm 内孔表面作为校正面进行校正，加工件 3 左端外轮廓、内锥孔，保证各项精度要求 T0303 外切槽刀，刀宽为 3mm；T0404 为外螺纹车刀

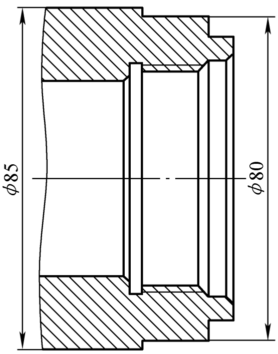
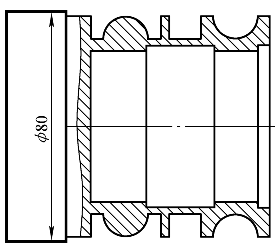
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件3左端外轮廓、内锥孔		G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0303； G00 Z-17.0； X58.0； G01 X52.0； X60.0； G00 X100.0 Z100.0； T0404 S450； G00 X58.0 Z2.0； G76 P021160 Q100 R50； G76 X53.4 Z-14.0 P1300 Q1000 F2.0； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S800； G00 X20.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U-0.3 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 G00 X33.38； Z0； G01 X23.0 Z-9.0； Z-25.0； G00 X22.0； N40 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0101 S800； G00 X62.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P50 Q60 U0.3 W0.0 F0.1； N50 G41 G00 X52.0 ； Z1.0； G01 X56.0 Z-1.0； Z-17.0； X58.0； N60 G40； G70 P50 Q60； G00 X100.0 Z100.0； T0303 S450； G00 X62.0； Z-17.0； G01 X52.0； X58.0； G00 X100.0 Z100.0；	掉头装夹，以 ϕ23mm 内孔表面作为校正面进行校正，加工件3左端外轮廓、内锥孔，保证各项精度要求 T0303外切槽刀，刀宽为3mm；T0404为外螺纹车刀

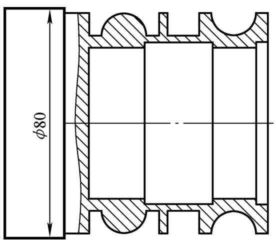
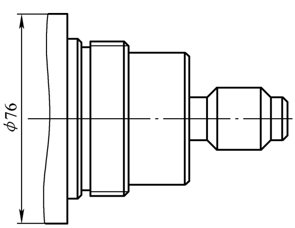
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件3左端外轮廓、内锥孔		T0404 S450； G00 X58.0 Z2.0； G76 P021160 Q100 R50； G76 X53.4 Z－14.0 P1300 Q1000 F2.0； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09 ； M30；	掉头装夹，以 ϕ23mm 内孔表面作为校正面进行校正，加工件3左端外轮廓、内锥孔，保证各项精度要求 T0303 外切槽刀，刀宽为3mm；T0404 为外螺纹车刀
3	件2右端内孔及外圆台阶		O0083； G99 G21 G40； M03； T0101 S800； M08； G00 X87.0 Z2.0； G94 X－1.0 Z0.0 F0.1； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.3 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X70.0； G01 Z－6.0； X80.0； Z－35.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S500； G00 X45.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.3 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X60.0； Z1.0； G01 X58.0 Z－1.0； Z－6.0； X53.4 Z－7.0； Z－25.5； X50.0； X48.0 Z－26.5； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0；	加工件2右端内孔及外圆台阶，保证 $\phi70_{-0.03}^{0}$mm 外圆尺寸，同时保证 $\phi48_{0}^{+0.03}$mm、$\phi58_{0}^{+0.03}$mm 内孔和 M56×2－6H 内螺纹的精度要求，用件3与之螺纹旋合，保证配合精度要求 T0505 为内螺纹车刀，T0909 为内切槽刀，刀宽为3mm

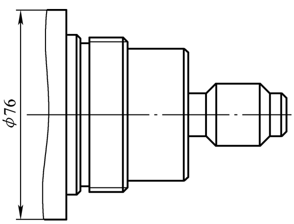
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件 2 右端内孔及外圆台阶		T0909; G00 X55.0 Z2.0; Z-25.5; G01 X56.0 F0.1; X48.0; Z2.0; G00 X100.0 Z100.0; T0505 S450; G00 X48.0 Z2.0; G76 P021160 Q100 R50; G76 X56.0 Z-22.5 P1300 Q1000 F2.0; G00 X200.0 Z100.0; M05 M09; M30;	加工件 2 右端内孔及外圆台阶，保证 $\phi70^{\ 0}_{-0.03}$mm 外圆尺寸，同时保证 $\phi48^{+0.03}_{\ 0}$mm、$\phi58^{+0.03}_{\ 0}$ mm 内孔和 M56×2-6H 内螺纹的精度要求，用件 3 与之螺纹旋合，保证配合精度要求 T0505 为内螺纹车刀，T0909 为内切槽刀，刀宽为 3mm
4	件 1 左端内、外轮廓		O0084; G99 G21 G40; M08; M03 S800; T0101; G00 X85.0 Z2.0; G71 U1.0 R0.5 G71 P10 Q20 U0.3 W0.0; N10 G42 G00 X56.0; G01 Z0.0 F0.1; X76.0; Z-70.0; X85.0; N20 G40; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; T0606; G00 X80.0; Z-4.0; G73 U10.0 W0 R10; G73 P30 Q40 U0.5 W0.0 F0.1; N30 G42 G00 X76.0; G02 X76.0 Z-20.0 R8.0; N40 G40; G70 P30 Q40;	拆除件 2，加工件 1 左端内、外轮廓（先外轮廓再内轮廓），注意薄壁件的悬臂加工以及外凸半圆和内凹半圆的加工刀具及加工方式 T0606 为 R3mm 外弧刀；T0808 为切槽刀，刀宽为 4mm

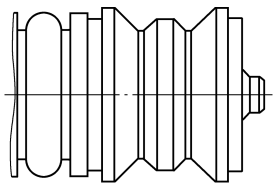
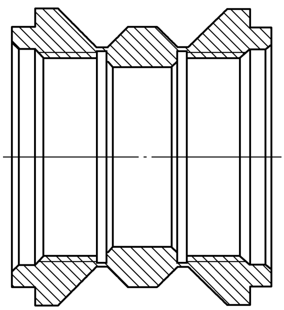
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件 1 左端内、外轮廓		G00 X100. 0 Z100. 0； T0808 S450； G00 X80. 0 Z2. 0； Z－28. 0； G01 X60. 0； X80. 0； Z－32. 0； X60. 0 X80. 0； Z－35. 0； X60. 0； X80. 0； G00 Z－42. 0； G71 U1. 0 R0. 5； G71 P70 Q80 U0. 3 W0. 0； N70 G42 G00 X76. 0； G01 X60. 0； G03 X76. 0 Z－50. 0 R8. 0； N80 G40 G00 X80. 0； G70 P70 Q80； G00 Z－58. 0； G71 U1. 0 R0. 5； G71 P90 Q100 U0. 5 W0. 0 F0. 1； N90 G42 G00 X60. 0； G03 X76. 0 Z－50. 0 R8. 0； N100 G40 G00 X80. 0； G70 P90 Q100； G00 X100. 0 Z100. 0； M09； M05； M30；	拆除件 2，加工件 1 左端内、外轮廓（先外轮廓再内轮廓），注意薄壁件的悬臂加工以及外凸半圆和内凹半圆的加工刀具及加工方式 T0606 为 *R*3mm 外弧刀；T0808 为切槽刀，刀宽为 4mm
5	件 1 右端外轮廓		O0085； G99 G21 G40； M08； M03 S800； T0101； G00 X80. 0 Z2. 0； G94 X－1. 0 Z－0. 0 F0. 1； G71 U1. 0 R0. 5； G71 P10 Q20 U0. 5 W0. 0；	掉头采用一夹一顶的方式装夹件 1，加工件 1 右端外轮廓，保证 $\phi58_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi48_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi23_{-0.03}^{\ 0}$mm、$\phi16_{-0.03}^{\ 0}$mm 的外圆尺寸及 M56×2－6g 的外螺纹尺寸的精度要求

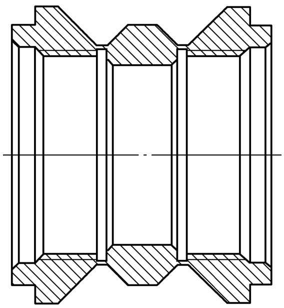
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件 1 右端外轮廓		N10 G41 G00 X14.0； G01 X16.0 Z－1.0； Z－6.5； X23.0 Z－10.0； Z－36.0； X46.0； X48.0 Z－37.0； Z－58.0； X54.0； X56.0 Z－59.0； Z－75.0； X58.0 Z－76.0； Z－80.0； X76.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0303； G00 X50.0 Z2.0； Z－36.0； G01 X16.0 F0.1； Z－32.5； G00 X80.0； Z－75.0； G01 X54.0； X80.0； G00 X100.0 Z100.0； T0404 S450； G00 X80.0； Z－56.0； G01 X56.0； G76 P021160 Q100 R50； G76 X56.0 Z－72.0 P1300 Q1000 F2.0； G00 X100.0 Z100.0； M05； M09； M30；	掉头采用一夹一顶的方式装夹件 1，加工件 1 右端外轮廓，保证 $\phi58^{\ 0}_{-0.03}$mm、$\phi48^{\ 0}_{-0.03}$mm、$\phi23^{\ 0}_{-0.03}$ mm、$\phi16^{\ 0}_{-0.03}$ mm 的外圆尺寸及 M56×2－6g 的外螺纹尺寸的精度要求

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
6	件2外轮廓		O0086； G99 G21 G40； M08； M03 S800； T0707； G00 X82.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.5 Z0.0 F0.1； N10 G42 G00 X70.0； Z0.0； G01 Z－6.0； X80.0； Z－12.0； X59.0 Z－22.5； Z－25.5； X70.0 Z－31.0； Z－39.0； X59.0 Z－44.5； Z－47.5； X80.0 Z－58.0； Z－64.0； N20 G40 X82.0； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； M09； M05； M30；	不拆除件1，用螺纹连接方式安装件2，加工件2外轮廓，保证$\phi80_{-0.03}^{0}$mm外圆及T形槽的各项精度要求 T0707为35°菱形刀片机夹式车刀
7	件2左端内轮廓		O0087； G99 G21 G40； M08； M03； T0202 S500； G00 X45.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.3 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X60.0； Z1.0； G01 X58.0 Z－1.0； Z－6.0； X53.4 Z－7.0；	拆下件1，以件2的$\phi80$mm外圆作为装夹表面，校正$\phi48$mm内轮廓后加工件2左端内轮廓，保证$\phi58_{0}^{+0.03}$mm内孔和M56×2－6H内螺纹的精度要求，用件3和件1与之试配，保证配合精度要求

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
7	件 2 左端内轮廓		Z－25.5； X50.0； X48.0 Z－26.5； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； T0909； G00 X55.0 Z2.0； Z－25.5； G01 X56.0 F0.1； X48.0； Z2.0； G00 X100.0 Z100.0； T0505 S450； G00 X48.0 Z2.0； G76 P021160 Q100 R50； G76 X56.0 Z－22.5 P1300 Q1000 F2.0； G00 X200.0 Z100.0； M05 M09； M30；	拆下件 1，以件 2 的 ϕ80mm 外圆作为装夹表面，校正 ϕ48mm 内轮廓后加工件 2 左端内轮廓，保证 $\phi 58^{+0.03}_{0}$ mm 内孔和 M56×2－6H 内螺纹的精度要求，用件 3 和件 1 与之试配，保证配合精度要求

五、样例小结

加工薄壁零件时，应采取合适的工艺方法及加工方案进行加工，以防工件加工过程中的变形。

职业技能鉴定样例 9

考核目标

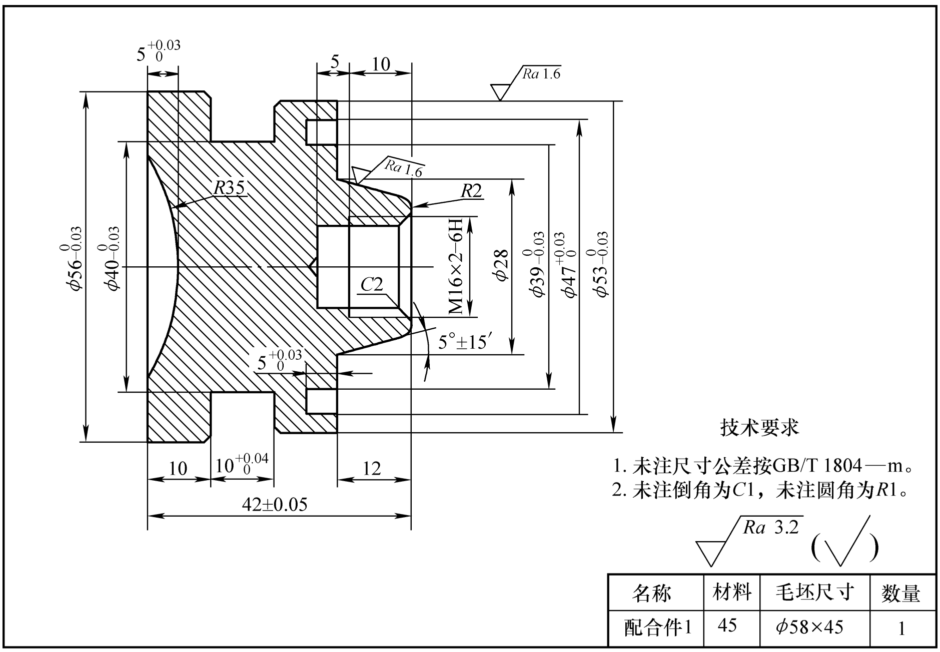
1）掌握多件给合的加工方法

2）能编制数控程序进行配合件的加工。

一、考核要求

1. 总体要求

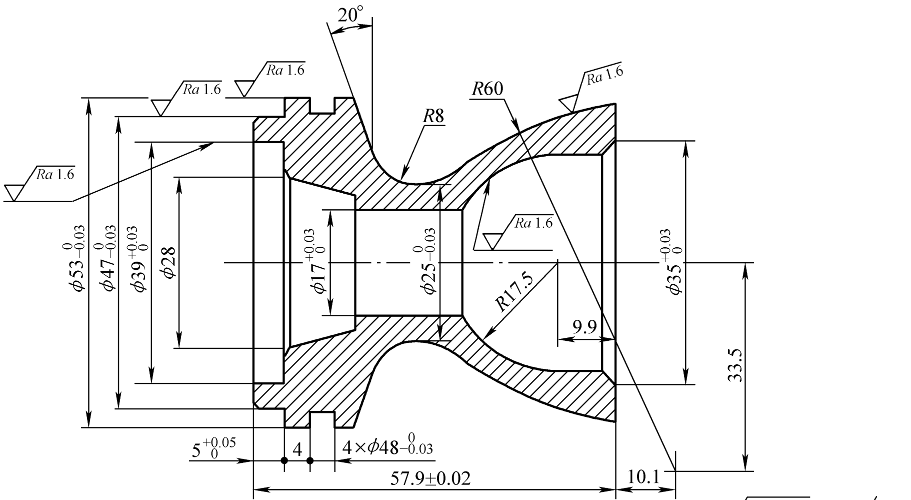
加工图 9-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



a)

图 9-1　零件图

a）件 1 零件图

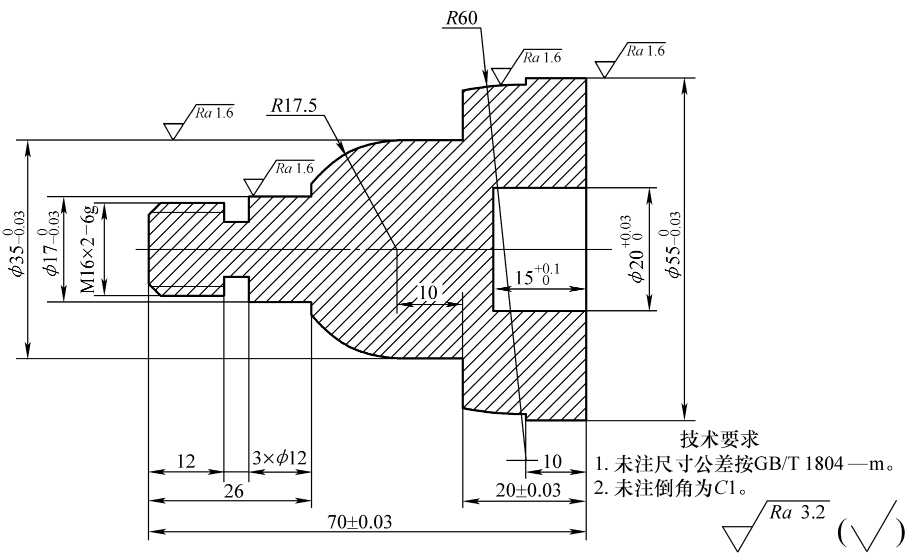


技术要求

1. 未注尺寸公差按GB/T 1804—m。
2. 未注倒角为C1，未注圆角为R1。

名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件2	45	$\phi58\times62$	1

b)



技术要求

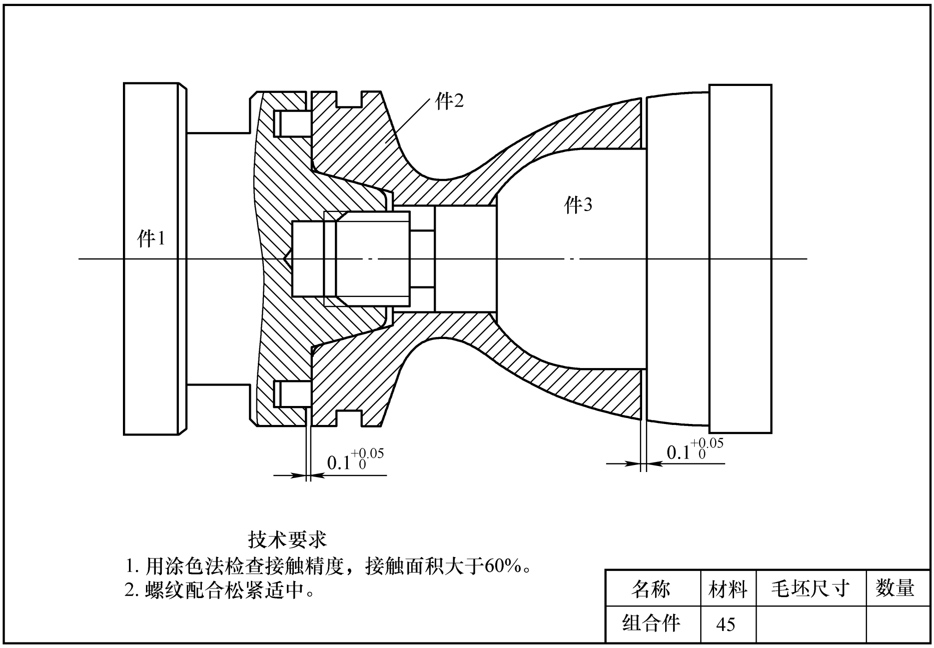
1. 未注尺寸公差按GB/T 1804—m。
2. 未注倒角为C1。

名称	材料	毛坯尺寸	数量
配合件3	45	$\phi58\times78$	1

c)

图9-1 零件图（续）

b）件2零件图 c）件3零件图



d)

图 9-1　零件图（续）

d）组合零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 9-1。

表 9-1　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	件 1	$\phi 56_{-0.03}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
2		$\phi 53_{-0.03}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
3		$\phi 39_{-0.03}^{0}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
4		$\phi 40_{-0.03}^{0}$ mm	2	超差不得分	
5		$5° \pm 15'$	2	超差不得分	
6		42mm ±0.05mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
7		$\phi 47_{0}^{+0.03}$ mm	3	超差 0.01mm 扣 1 分	
8		$5_{0}^{+0.03}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
9		$10_{0}^{+0.04}$ mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
10		R35mm、R2mm 等圆弧	2	超差不得分	
11		M16 ×2 －6H	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
12		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
13	件 2	$\phi53_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 2 分	
14		$\phi47_{-0.03}^{0}$mm	2	超差不得分	
15		$\phi25_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
16		$\phi48_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
17		$\phi39_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
18		$\phi17_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
19		$\phi35_{0}^{+0.03}$mm	3	超差 0.01mm 扣 1 分	
20		57.9mm ±0.02mm	2	超差不得分	
21		R8mm 等圆弧	4	超差不得分	
22		$5_{0}^{+0.05}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
23		倒角	2	超差不得分	
24	件 3	$\phi35_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
25		$\phi17_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
26		$\phi55_{-0.03}^{0}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
27		$\phi20_{0}^{+0.03}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
28		$15_{0}^{+0.10}$mm	2	超差 0.01mm 扣 1 分	
29		20mm ±0.03mm	2	超差不得分	
30		70mm ±0.03mm	2	超差不得分	
31		M16 ×2 −6g	2	超差不得分	
32		R60mm 等圆弧	4	超差不得分	
33		倒角	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
34	组合	组合 $0.1_{0}^{+0.05}$mm	2	超差不得分	
35		端面槽配合	2	超差不得分	
36		螺纹配合适中	2	超差不得分	
37		接触面积	2	超差不得分	
38	表面粗糙度	Ra1.6μm	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
39		Ra3.2μm	2	超差一处扣 1 分，不倒扣	
40	程序编制	指令正确，程序完整	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	2	不合理每处扣 1 分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
41	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	2	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	2		
42	其他项目	工件完整、局部无缺陷	2	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	2	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 9-2）

表 9-2　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	件 1 毛坯材料	45 钢，ϕ58mm×45mm	件	1	
3	件 2 毛坯材料	45 钢，ϕ58mm×62mm 钻出 ϕ17mm 的通孔预钻孔	件	1	
4	件 3 毛坯材料	45 钢，ϕ58mm×78mm	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 9-3）

表 9-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～150	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	
3	游标万能角度尺	2′/0～320°	1	
4	螺纹塞规	M16×2－6H	1	
5	百分表	0.01/0～10	1	
6	磁性表座		1	
7	半径样板	R7～R14.5，R15～R25	各 1	
8	内径量表	0.01/18～35	1	
9	塞尺	0.02～1	1 副	
10	外圆车刀	93°、45°	各 1	
11	不重磨外圆车刀	R 型、V 型、T 型、S 型刀片	各 1	选用
12	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
13	内、外切槽刀	刀宽 2	各 1	
14	内孔车刀	ϕ16 不通孔、ϕ16 通孔	各 1	
15	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ24	各 1	
16	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
17	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯分别为 ϕ58mm × 45mm、ϕ58mm × 62mm 钻出 ϕ17mm 的通孔预钻孔和 ϕ58mm × 78mm 的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件 1、工件 2 和工件 3 的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件 1：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi56_{-0.03}^{0}$ mm，$\phi53_{-0.03}^{0}$ mm，$5° \pm 15'$，42mm ± 0.05mm，R2mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

② 端面圆弧轮廓，轮廓尺寸为$5_{0}^{+0.03}$ mm，R35mm，端面圆弧轮廓的表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

2）槽加工。

① 一个端面槽，保证尺寸 $\phi39_{-0.03}^{0}$ mm，$\phi47_{0}^{+0.03}$ mm，$5_{0}^{+0.03}$ mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

② 一个外切槽，保证尺寸 $\phi40_{-0.03}^{0}$ mm，$10_{0}^{+0.04}$ mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

3）螺纹加工。一组内螺纹 M16×2－6H，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi53_{-0.03}^{0}$mm，$\phi47_{-0.03}^{0}$mm，$\phi25_{-0.03}^{0}$mm，57.9mm±0.02mm，R8mm，R60mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi39_{0}^{+0.03}$mm，$\phi17_{0}^{+0.03}$mm，$\phi35_{0}^{+0.03}$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 4mm × $\phi48_{-0.03}^{0}$mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

工件 3：

1）轮廓加工。

① 不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi35_{-0.03}^{0}$mm，$\phi17_{-0.03}^{0}$mm，$\phi55_{-0.03}^{0}$mm，20mm ± 0.03mm，70mm ± 0.03mm，R17.5mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm，其余均为 Ra3.2μm。

② 不规则曲线内轮廓，轮廓尺寸为 $\phi20_{0}^{+0.03}$mm，$15_{0}^{+0.10}$mm，曲线内轮廓的表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 3mm × ϕ12mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

3）螺纹加工。一组外螺纹 M16×2－6g，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析　本例工件的加工难点在于件 1 外圆槽和件 2 内凹轮廓的加工，如采用单件加工，则无法装夹。因此，采用三件组合后的装夹方式进行加工。

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分七道工序完成：

工序一：加工件 2 右端内、外轮廓，内轮廓除加工出圆弧轮廓外，还要加工出 $\phi17_{0}^{+0.03}$mm 通孔，用于掉头装夹后的校正，外轮廓主要加工出用于掉头装夹的装夹表面。

工序二：掉头装夹件 2，以 ϕ17mm 通孔为校正面，加工件 2 左端内、外轮廓，保证 $\phi53_{-0.03}^{0}$mm 外圆、外圆槽、内孔和内锥孔的各项加工精度。

工序三：加工件 1 右端内、外轮廓，保证端面槽、外圆锥、内孔的各项精度要求，用件 2 左端轮廓与之试配，保证配合精度要求。

工序四：加工件 3 右端内、外轮廓，保证 $\phi55_{-0.03}^{0}$mm 外圆尺寸和 $\phi20_{0}^{+0.03}$mm 内孔尺寸的精度要求。

工序五：掉头以一夹一顶的方式装夹，加工件 3 左端外轮廓，保证外圆轮廓及外螺纹的各项精度要求。

工序六：不拆除件 3，同时安装上件 1 和件 2，采用一夹一顶的方式装夹，加工出件 2 的内凹外轮廓，保证圆弧光滑过渡，同时加工件 1 的外圆及外圆槽。

工序七：拆下工件，以件 1 的 ϕ56mm 外圆作为装夹表面，加工件 1 左端内凹圆弧面，保证其深度及圆弧度要求。

具体的加工路线如下：

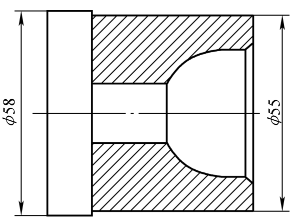
件2右端内、外轮廓 → 件2左端内、外轮廓 → 件1右端内、外轮廓 →

件3右端内、外轮廓 → 件3左端外轮廓 → 件2的内凹外轮廓及件1的外轮廓 →

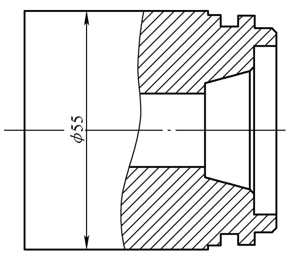
件1左端内凹圆弧面

四、程序编制（见表 9-4）

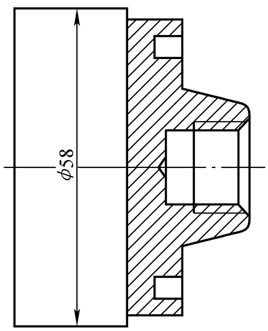
表 9-4 参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 2 右端内、外轮廓		O0091； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； M08； G00 X100.0 Z100.0； X60.0 Z2.0； G94 X35.0 Z0.0 F0.08； G90 X55.0 Z－48.0 F0.1； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S500； G00 X15.0 Z2.0； G73 U10.0 W0 R10； G73 P10 Q20 U－0.5 W0.0 F0.1； N10 G41 G01 X37.0； Z1.0 S800； X35.0 Z－1.0； Z－9.9； G03 X17.0 Z－27.4 R17.5； G01 Z－40.9； X15.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； M09； M05； M30；	加工件 2 右端内、外轮廓，内轮廓除加工出圆弧轮廓外，还要加工出 $\phi17^{+0.03}_{0}$ mm 通孔，用于掉头装夹后的校正，外轮廓主要加工出用于掉头装夹的装夹表面 T0101 为外圆车刀，T0202 为内孔车刀

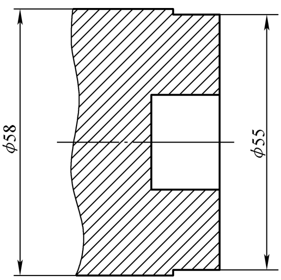
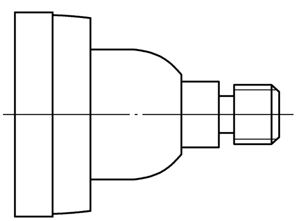
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件2左端内、外轮廓	 	O0092； G99 G21 G40； M08； M03 S800； T0101； G00 X55.0 Z2.0； G94 X35.0 Z0.0 F0.08； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1； N10 G41 G00 X43.0； G01 Z1.0； X47.0 Z－1.0； Z－5.0； X53.0； Z－16.49； X55.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0303； G00 X55.0； Z－13.0； G01 X48.0； X55.0； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S500； G00 X17.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.5 W0.0 F0.1； N30 G41 G00 X39.0； G01 Z－5.0； X28.0； X26.0 Z－6.0； X25.9 Z－17.0； X17.0； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； M09； M05； M30；	掉头装夹件2，以前一工步加工出的 ϕ17mm 通孔为校正面，加工件2左端内、外轮廓，保证 $\phi53_{-0.03}^{0}$ mm 外圆、外圆槽、内孔和内锥孔的各项加工精度 T0303 为外切槽刀，刀宽为3mm

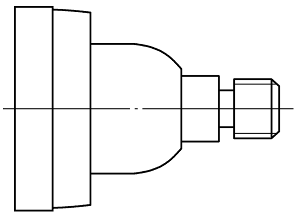
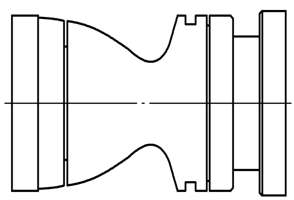
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件 1 右端内、外轮廓		O0093; G99 G21 G40; M08; T0101 S500; G00 X55.0 Z2.0; G94 X0.0 Z0.0 F0.1; G71 U1.0 U0.5; G71 P80 Q160 U0.5 W0.0 F0.1; N80 G41 G00 X22.23; G01 Z0.0; G03 X26.22 Z-1.67 R2.0; G01 X28.0 Z-12.0; X53.0; Z-22.0; X55.0; N160 G40; G70 P80 Q160; G00 X100.0 Z100.0; T0404; G00 X47.0; Z-12.0; G01 Z-5.0 F0.08; Z-12.0; G00 X100.0 Z100.0; T0202 S500; G00 X10.0 Z1.0; G71 U1.0 R0.5; G71 P30 Q40 U-0.5 W0.0 F0.1; N30 G41 G00 X19.4; G01 X13.4 Z-2.0; Z-15.0; X10.0; N40 G40; G70 P30 Q40; G00 X100.0 Z100.0; T0505; G00 X10.0 Z2.0; G76 P021160 Q100 R50; G76 X16.0 Z-10.0 P1300 Q1000 F2.0; G00 X100.0 Z100.0; M09; M05; M30;	加工件 1 右端内、外轮廓，保证端面槽、外圆锥、内孔的各项精度要求，用件 2 左端轮廓与之试配，保证配合精度要求 T0404 为外切槽刀，刀宽为 4mm；T0505 为内螺纹车刀

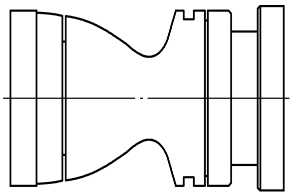
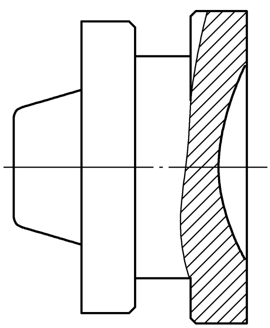
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件3右端内、外轮廓		O0094； G99 G21 G40； M08 S800； M03； T0101； G00 X60.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P10 Q20 U0.5 W0.0 F0.1； N10 G42 G00 X55.0； G01 Z－10.0； X60.0； N20 G40； G70 P10 Q20； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S500； G00 X18.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P30 Q40 U－0.5 W0.0 F0.1； N30 G42 G00 X20.0； G01 Z－15.0； X18.0； N40 G40； G70 P30 Q40； G00 X100.0 Z100.0； M09 M05； M30；	加工件3右端内、外轮廓，保证 $\phi55^{0}_{-0.03}$ mm 外圆尺寸和 $\phi20^{+0.03}_{0}$ mm 内孔尺寸的精度要求
5	件3左端外轮廓		O0095； G99 G21 G40； M03 S800； T0101； G00 X58.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q160 U0.5 W0.0 F0.1； N80 G42 G00 X11.0； G01 Z1.0； X15.0 Z－1.0； Z－15.0； X17.0； Z－26.0； X21.0； G03 X35.0 Z－40.0 R17.5； G01 Z－50.0； X51.32； G03 X53.0 Z－60.0 R60；	掉头以一夹一顶的方式装夹，加工件3左端外轮廓，保证外圆轮廓及外螺纹的各项精度要求

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
5	件 3 左端外轮廓		G01 X55.0; Z－70.0; N160 G40; G70 P80 Q160; G00 X100.0 Z100.0; T0303; G00 X20.0 Z－15.0; G01 X12.0; X20.0; G00 X100.0 Z100.0; T0404; G00 X17.0 Z2.0; G76 P021160 Q100 R50; G76 X15.0 Z－12.0 P975 Q1000 F1.5; G00 X100.0 Z100.0; M09; M05; M30;	掉头以一夹一顶的方式装夹，加工件 3 左端外轮廓，保证外圆轮廓及外螺纹的各项精度要求
6	件 2 的内凹外轮廓及件 1 的外轮廓		O0096; G00 X55.0 Z－41.59; G73 U10.0 W10.0 R4.0; G73 P10 Q20 U0.5 W0.05; N10 G42 G00 X53.0 S500; G01 X49.0 Z－43.77 F0.1; G02 X40.65 Z－46.53 R8.0; G03 X106.0 Z－83.0 R60.0; N20 G40; G70 P10 Q20; G00 X100.0 Z100.0; T0101 S500; G00 X58.0 Z2.0; G90 X56.0 Z－10.0 F0.1; G00 X100.0 Z100.0; T0303 S300; G00 X58.0 Z－17.0;	不拆除件 3，同时安装上件 1 和件 2，采用一夹一顶的方式装夹，加工出件 2 的内凹外轮廓，保证圆弧光滑过渡，同时加工出件 1 的外圆及外圆糟

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
6	件2的内凹外轮廓及件1的外轮廓		G01 X48.0 F0.05; X50.0; X40.0; X58.0 F0.3; W-4.0; X53.0 F0.05; X51.0 W1.0; X48.0; X50.0; X40.0; X58.0 F0.3; W4.0; X56.0 F0.05; X54.0 W-1.0; X48.0; X50.0; X40.0; X58.0 F0.3; G00 X100.0 Z100.0; M09; M05; M30;	不拆除件3，同时安装上件1和件2，采用一夹一顶的方式装夹，加工出件2的内凹外轮廓，保证圆弧光滑过渡，同时加工出件1的外圆及外圆糟
7	件1左端内凹圆弧面		O0097; G40 G97 G99 T0202 S600 M03; G00 X12.0 Z2.0; G73 U0 W5.0 R8; G73 P1 Q2 U0.1 W0.1 F0.3; N1 G00 X36.0; G41 G01 Z0.0 F0.1; G03 X0.0 Z-5.0 R35.0; N2 G40 G01 X12.0; G70 P1 Q2 S1200; G00 X100.0 Z100.0; M05; M30;	拆下工件，以件1的ϕ56mm外圆作为装夹表面，加工件1左端内凹圆弧面，保证其深度及圆弧度要求

职业技能鉴定样例10

考核目标

1）掌握多线螺纹配合件的工艺特点及分线方法。

2）能编制多线螺纹数控加工程序。

一、考核要求

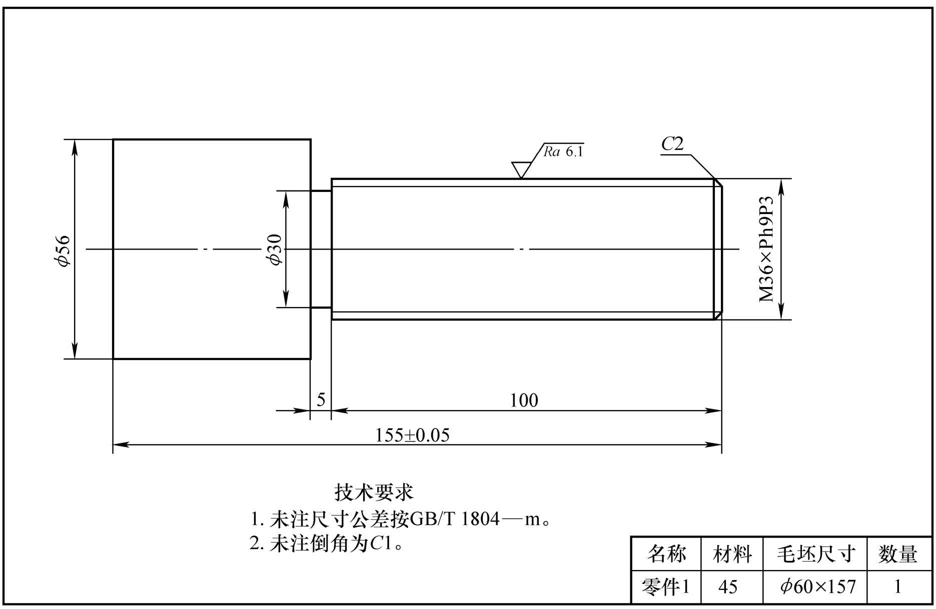
1. 总体要求

加工图10-1所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为100分，考核时间为360min。

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表1-1。

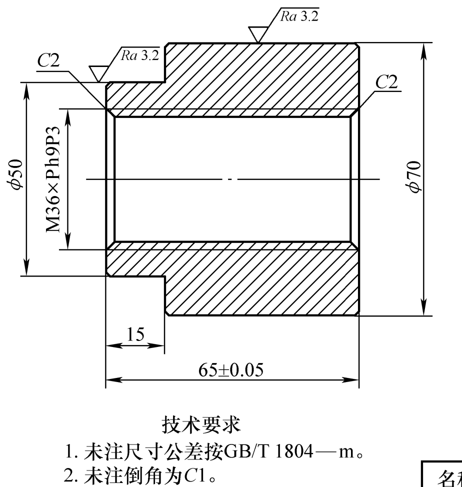
2）现场操作规范评分见表1-2。



a)

图10-1　零件图

a）件1零件图



名称	材料	毛坯尺寸	数量
零件2	45	$\phi72\times67$	1

b)

图 10-1　零件图（续）

b）件 2 零件图

3）工件质量评分见表 10-1。

表 10-1　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	长度	5mm	4	超差不得分	
2		100mm	4	超差不得分	
3		155mm ±0. 05mm	4	超差不得分	
4		15mm	4	超差不得分	
5		65mm ±0. 05mm	4	超差不得分	
6	外圆	ϕ50mm	4	超差不得分	
7		ϕ56mm	4	超差不得分	
8		ϕ70mm	4	超差不得分	
9	螺纹	M36 × Ph9P3	10	超差不得分	
10		M36 × Ph9P3	10	超差不得分	
11		螺纹配合适中	6	超差不得分	
12	退刀槽	ϕ30mm	6	超差不得分	
13	表面粗糙度	*Ra*6. 1μm	4	超差一处扣 1 分，不倒扣	

（续）

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
14	程序编制	指令正确，程序完整	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
15	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	4	不合理每处扣2分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	4		
16	其他项目	工件完整、局部无缺陷	4	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	4	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表10-2）

表10-2　设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号CK6140	台	1	
2	件1毛坯材料	45钢，ϕ60mm×157mm	件	1	
3	件2毛坯材料	45钢，ϕ72mm×67mm	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表10-3）

表10-3　工、量、刃具准备　　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～200	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各1	
3	百分表	0.01/0～10	1	
4	磁性表座		1	
5	内径量表	0.01/18～35	1	
6	外圆车刀	93°、45°	各1	

（续）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
7	内螺纹车刀	三角形螺纹	1	
8	切断刀	刀宽 5	1	
9	麻花钻	中心钻、ϕ2.5、ϕ3.5、ϕ4、ϕ5.1	各 1	
10	内孔车刀	直径小于 30	1	
11	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
12	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于配合类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯分别为 ϕ60mm × 157mm 和 ϕ72mm × 67mm 的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件 1 和工件 2 的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

工件 1：

1）轮廓加工。不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 ϕ56mm，155mm ± 0.05mm。

2）槽加工。一个外切槽，保证尺寸 ϕ30mm，5mm。

3）螺纹加工。一组多线外螺纹 M36 × Ph9P3，保证尺寸加工精度。

工件 2：

1）轮廓加工。不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 ϕ50mm，ϕ70mm，15mm，65mm ± 0.05mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

2）螺纹加工。一组多线内螺纹 M36 × Ph9P3，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）数控车刀的选择。数控车床上车削螺纹一般选用精密级机夹可转位不重磨螺纹车刀，使用时要根据螺纹的螺距选择刀片的型号，每种规格的刀片只能加工一个固定的螺距。对于其他牙型的螺纹刀具，可根据需要到刀具厂家定做或自制。

由于多线螺纹的每条螺旋槽要分别加工，这样在加工后面的螺旋槽时就有刀具磨损的问题，刀具的磨损可能使得所加工的每一条螺旋槽的实际尺寸有所不同，从而造成螺纹配合困难。这就要求刀具材料和几何形状要尽量满足粗、精加工，工件材料，切削环境等方面的要求。为了使得多线螺纹的每一个螺旋槽的加工实际精度一致，一般采用硬质合金的刀具。目前，带有涂层刀片的机夹式刀具的性能具备了加工多线螺纹的要求，可以加工出高精度的多线螺纹。但是在实际的加工中要注意检查刀片磨损状况，以便及时地更换刀片，从而保证多线螺纹的加工精度。

本题选用60°三角形硬质合金螺纹车刀。

2）多线螺纹的分线方法。根据多线螺纹的形成原理，分线方法有轴向分线法和圆周分线法两种。

① 轴向分线法。轴向分线法是当车完一条螺旋槽后，把车刀轴向移动一个螺距，就可以车削第二条螺旋槽了，依次车削第三条、第四条等。这个方法只需要精确地移动和螺距相等的距离就可以达到分线的目的，而数控车床的移动是靠数控系统实现的，所以非常方便。它可以适用所有的螺纹车削指令。

② 圆周分线法。如果是双线螺纹，两线的起始点在端面上相隔180°，三线的起始点在端面上相隔120°。因此，多线螺纹各线在端面上相隔的角度为360°除以螺纹线数。圆周分线法就是利用了在同一端面上多线螺纹的每条螺纹旋线的起始点均布的原理。

本题选用圆周分线法。

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分两道工序完成：

工序一：加工件2右端外轮廓，保证外圆尺寸ϕ70mm，以作为工件掉头后的装夹表面。

工序二：掉头装夹件2，加工件2左端内、外轮廓，先用钻头钻出底孔，然后车削端面和外圆，再加工出内螺纹小径，最后加工内螺纹，并保证尺寸精度。

工序三：加工件1左端外轮廓，保证外圆尺寸ϕ56mm，以作为工件掉头后的装夹表面。

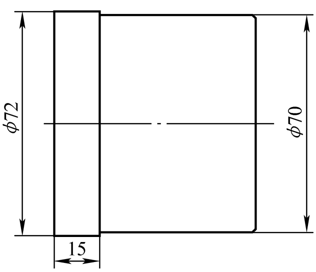
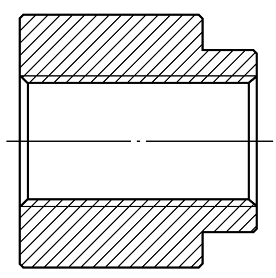
工序四：掉头装夹件1，加工件1右端外轮廓，先车削端面和螺纹大径，再加工出退刀槽，采用一夹一顶的装夹方式装夹，加工外螺纹，并保证尺寸加工精度。

具体的加工路线如下：

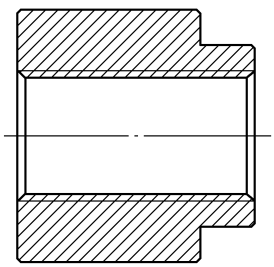
件2右端外轮廓 → 件2左端内、外轮廓 → 件1左端外轮廓 → 件1右端外轮廓

四、程序编制（见表 10-4）

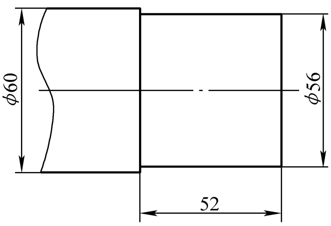
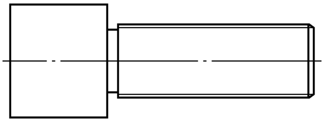
表 10-4 参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	件 2 右端外轮廓		O0101； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X74.0 Z2.0； G01 Z0.0 F0.1； X－1.0； Z1.0； G00 X70.0 Z2.0； G01 Z－50.0； X74.0； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	加工件 2 右端外轮廓，保证 ϕ70mm 外圆尺寸要求 T0101 为外圆车刀
2	件 2 左端内、外轮廓		O0102； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100.0 Z100.0 M08； X72.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q200 U0.3 W0.0 F0.1； N80 G42 G00 X46.0 Z0.0 S1200 F0.05； G01 X50.0 Z－2.0； Z－15.0； X66.0； X70.0 W－2.0； N200 G40； G70 P80 Q200； G00 X100.0 Z100.0； T0202 S600； X28.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q200 U－0.3 W0.0 F0.1；	掉头装夹件 2，夹持 ϕ70mm 的表面，加工件 2 左端内、外轮廓，保证 ϕ50mm 外圆、M36×Ph9P3 内螺纹的各项加工精度 在进行第二线、第三线的螺纹切削时，注意刀具的磨损，判断是否能满足螺距均匀的要求，如果不理想应及时更换刀片 T0202 为内孔车刀，T0303 为内螺纹车刀

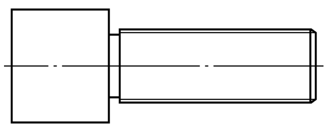
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	件 2 左端内、外轮廓		N80 G41 G00 X37.0 Z0.0 S1200 F0.05; G01 X－33.0 Z－2.0; Z－67.0; X30.0; N200 G40; G70 P80 Q200; G00 X100.0 Z100.0; T0303; G00 X34.3 Z10.0 S100; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝0; G00 X30.0; Z10.0; X34.3; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝120000; G00 X30.0; Z10.0; X34.3; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝240000; G00 X30.0; Z10.0; X35.3; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝0; G00 X30.0; Z10.0; X35.5; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝120000; G00 X30.0; Z10.0; X35.5; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝240000; G00 X30.0; Z10.0; X36.0; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝0; G00 X30.0; Z10.0; X36.0; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝120000; G00 X30.0; Z10.0; X36.0; G33 Z－68.0 F9.0 P3＝240000; G00 X30.0; Z10.0; G00 X100.0 Z100.0; M05 M09; M30;	掉头装夹件 2，夹持 ϕ70mm 的表面，加工件 2 左端内、外轮廓，保证 ϕ50mm 外圆、M36×Ph9P3 内螺纹的各项加工精度 在进行第二线、第三线的螺纹切削时，注意刀具的磨损，判断是否能满足螺距均匀的要求，如果不理想应及时更换刀片 T0202 为内孔车刀，T0303 为内螺纹车刀

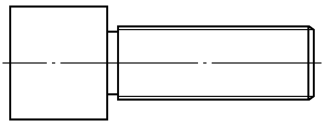
（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	件 1 左端外轮廓		O0101； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100. 0 Z100. 0 M08； X62. 0 Z2. 0； G01 Z0. 0 F0. 1； X－1. 0； Z1. 0； G00 X58. 0 Z2. 0； G01 Z－52. 0； X59. 0； G00 Z1. 0； X56. 0； G01 Z－52. 0； X57. 0； G00 X100. 0 Z100. 0； M05 M09； M30；	加工件 1 左端外轮廓，保证 ϕ56mm 外圆尺寸要求
4	件 1 右端外轮廓		O0104； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X100. 0 Z100. 0 M08； X58. 0 Z2. 0； G94 X－2. 0 Z0 F0. 2； G71 U1. 0 R0. 5； G71 P80 Q200 U0. 3 W0. 0 F0. 1； N80 G42 G00 X28. 0； G01 X36. 0 Z－2. 0 F0. 2；	掉头装夹件 1，加工件 1 右端外轮廓，保证 M36 × Ph9P3 外螺纹的各项精度要求。用件 2 与之试配，保证配合精度要求 T0404 为切断刀，刀宽为 5mm，切深为 15mm；T0505 为螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件1右端外轮廓		Z－105.0； N200 G40 G01 X57.0； G70 P80 Q200； G00 X100.0 Z100.0； T0404； G00 X58.0 Z－105.0 S120； G01 X30.0 F0.08； G04 X1.0； G01 X58.0 F0.3； G00 X100.0 Z100.0； T0505； G00 X34.3 Z10.0 S100； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝0； G00 X38.0； Z10.0； X34.3； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝120000； G00 X38.0； Z10.0； X34.3； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝240000； G00 X38.0； Z10.0； X33.2； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝0； G00 X38.0； Z10.0； X33.2； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝120000； G00 X38.0； Z10.0； X33.2； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝240000； G00 X38.0； Z10.0； X32.7； G33 Z－102.0 F9.0 P3＝0； G00 X38.0； Z10.0；	掉头装夹件1，加工件1右端外轮廓，保证M36×Ph9P3外螺纹的各项精度要求。用件2与之试配，保证配合精度要求 T0404为切断刀，刀宽为5mm，切深为15mm；T0505为螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
4	件1右端外轮廓		X32.7； G33 Z-102.0 F9.0 P3=120000； G00 X38.0； Z10.0； X32.7； G33 Z-102.0 F9.0 P3=240000； G00 X38.0； G00 X100.0 Z100.0； M05 M09； M30；	掉头装夹件1，加工件1右端外轮廓，保证M36×Ph9P3外螺纹的各项精度要求。用件2与之试配，保证配合精度要求 T0404为切断刀，刀宽为5mm，切深为15mm；T0505为螺纹车刀

职业技能鉴定样例11

考核目标

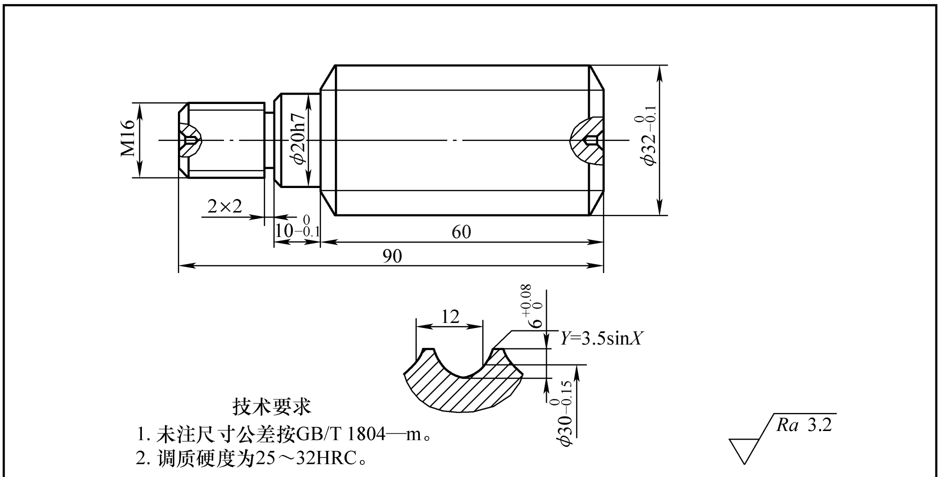
1）掌握正弦牙型螺纹的加工方法。

2）能利用宏程序编制正弦曲线螺纹数控加工程序。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图11-1所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为100分，考核时间为360min。



名称	材料	毛坯尺寸	数量
柱塞泵	45	ϕ35×95	1

图11-1 零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表1-1。

2）现场操作规范评分见表1-2。

3）工件质量评分见表11-1。

表 11-1　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	外圆	$\phi32_{-0.1}^{0}$mm	4	超差不得分	
2		ϕ20h7	6	超差不得分	
3	螺纹	M16	12	超差不得分	
4	长度	90mm	4	超差不得分	
5		60mm	4	超差不得分	
6		$10_{-0.1}^{0}$mm	4	超差不得分	
7	正弦螺纹	$Y=3.5\sin X$	30	超差不得分	
8	退刀槽	2mm×2mm	4	超差不得分	
9	程序编制	指令正确，程序完整	4	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	4	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	4	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	4	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
10	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	4	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	4		
11	其他项目	工件完整、局部无缺陷	4	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	4	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 11-2）

表 11-2　设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	毛坯材料	45 钢，ϕ35mm×95mm	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 11-3）

表 11-3　工、量、刃具准备　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～200	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	
3	螺纹环规	M16	1	
4	百分表	0.01/0～10	1	
5	磁性表座		1	
6	外圆车刀	93°、45°、35°	各 1	
7	不重磨外圆车刀	R 型、V 型、T 型、S 型刀片	各 1	选用
8	外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	
9	切槽刀	刀宽 2mm	各 1	
10	麻花钻	中心钻	各 1	
11	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
12	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于轴类工件，主要加工曲线轮廓、槽、螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯为 $\phi35\text{mm}\times95\text{mm}$ 的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓、槽、螺纹组成。按照工件的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工、槽加工、螺纹加工三部分。

1）轮廓加工。不规则曲线外轮廓，轮廓尺寸为 $\phi32_{-0.1}^{\ 0}$mm，$\phi20\text{h}7$，$10_{-0.1}^{\ 0}$mm，曲线外轮廓的表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu\text{m}$。

2）槽加工。一个退刀槽，保证尺寸 2mm×2mm，表面粗糙度值为 $Ra3.2\mu\text{m}$。

3）螺纹加工。

① 一组外螺纹 M16，保证尺寸加工精度。

② 一组正弦曲线螺纹，保证尺寸 $\phi30_{-0.15}^{\ 0}$ mm，$6_{\ 0}^{+0.08}$ mm，60mm，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）正弦曲线螺纹的加工特点。

① 牙型截面形状为正弦曲线，牙型曲面形状复杂。

② 正弦曲线螺纹成形刀具与普通螺纹和梯形螺纹进刀方式不同，不能左右进刀或斜向进刀，只能采用直线进刀。

③ 成形刀具直线进刀切削面积大，机床的负荷过重，产生振动。因此，一般采用35°外圆车刀，依靠宏程序控制刀尖轨迹加工出牙型。

2）牙型的加工。利用正弦曲线公式 $X = A + P\sin\alpha$ 编制宏程序并对变量进行赋值，由公式计算出切入点，利用螺纹插补功能，完成一个周期的正弦曲线。连续调用函数 Δ 依次递进，即可加工出正弦曲线螺纹。

（3）工艺方案　通过对图样及加工难点的分析，该工件可以分两道工序完成。

工序一：先车端面，再钻中心孔，采用一夹一顶的装夹方式装夹工件，加工工件左端，加工螺纹退刀槽和M16的外螺纹。

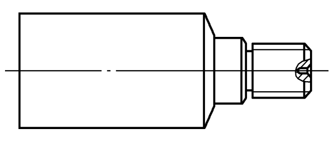
工序二：掉头加工工件右端，用铜皮垫住M16螺纹外圆进行装夹，再车端面，钻中心孔，采用一夹一顶的装夹方式装夹工件，车削正弦曲线螺纹。

具体的加工路线如下：

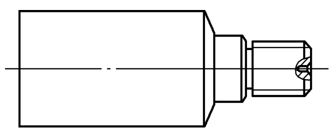
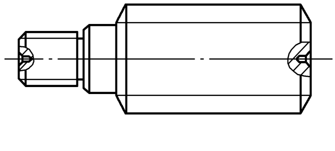
工件左端轮廓 → 工件右端轮廓

四、程序编制（见表11-4）

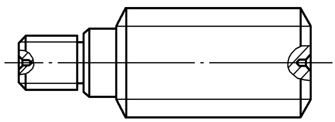
表11-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	工件左端轮廓		O0111； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X38.0 Z2.0 M08； G71 U2.0 R1.0； G71 P80 Q170 U0.5 W0.1 F0.25； N80 G42 G00 X12.0； G01 Z0； G01 X16.0 Z－2.0；	加工工件左端轮廓，采用一夹一顶定位加工外圆台阶、退刀槽、M16外螺纹，保证各项加工精度 T0101为外圆车刀，T0202为外切槽刀，T0303为螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及 注意事项
1	工件左端 轮廓		Z－20.0； X20.0； Z－30.0； X21.6 W－3.0； X36.0； N170 G40 X38.0； G70 P80 Q170 S1200 F0.15； G00 X200.0； Z20.0； M03 S600 T0202； G00 X18.0 Z－20.0； G01 X12.0 F0.05； G00 X200.0； Z20.0； M03 S600 T0303； G00 X20.0 Z2.0； G92 X15.5 Z－19.0 F2.0； X15.0； X14.5； X14.0； X13.6； X13.4； G00 X200.0； Z20.0； M05 M09； M30；	加工工件左端轮廓，采用一夹一顶定位加工外圆台阶、退刀槽、M16外螺纹，保证各项加工精度 T0101为外圆车刀，T0202为外切槽刀，T0303为螺纹车刀
2	工件右端 轮廓		O0112； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X36.0 M08； G01 X－2.0 F0.2； G00 Z2.0； X21.6； G01 Z0； X32.0 Z－3.0； Z－62.0； X36.0；	掉头装夹工件，垫铜皮夹住M16螺纹外圆，采用一夹一顶，加工正弦曲线螺纹并保证各项加工精度 T0404为35°外圆车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	工件右端轮廓		G00 X200.0； Z200.0； M03 S200 T0404； G00 X32.0 Z15.0； #1 =90； #2 = -270； #4 =15； N1 #3 =26 +6 * SIN［#1］； G01 X#3 Z#4； G32 Z -65.0 F12.0； G00 X50.0； Z#4； #1 =#1 -0.9； #4 =#4 -0.03； IF［#1 GE #2］GOTO1； G00 X200.0； Z200.0； M05 M09； M30；	掉头装夹工件，垫铜皮夹住 M16 螺纹外圆，采用一夹一顶，加工正弦曲线螺纹并保证各项加工精度 T0404 为 35°外圆车刀

职业技能鉴定样例 12

考核目标

1）掌握畸形零件加工的关键技术。

2）掌握支架的安装、结构特点。

3）能编制支架零件数控加工程序。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图 12-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。

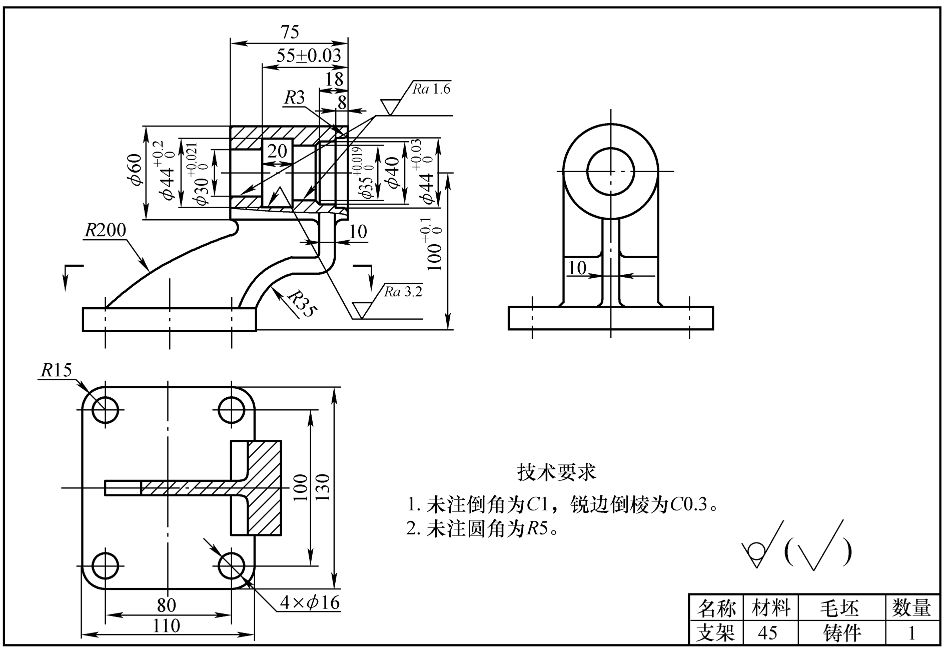


图 12-1　零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表12-1。

表12-1 工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	孔	$\phi44^{+0.03}_{0}$mm	6	超差0.01mm扣3分	
2		$\phi40$mm	6	超差不得分	
3		$\phi35^{+0.019}_{0}$mm	6	超差0.01mm扣3分	
4		$\phi30^{+0.021}_{0}$mm	6	超差0.01mm扣3分	
5		$\phi16$mm	4	超差不得分	
6	长度	8mm	4	超差不得分	
7		18mm	4	超差不得分	
8		75mm	4	超差不得分	
9		55mm ±0.03mm	4	超差不得分	
10	槽	$\phi44^{+0.2}_{0}$mm	4	超差0.01mm扣2分	
11		20mm	4	超差不得分	
12	中心高	$100^{+0.1}_{0}$mm	8	超差0.01mm扣2分	
13	圆弧	$R3$mm	4	超差不得分	
14		$R35$mm	4	超差不得分	
15	程序编制	指令正确，程序完整	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	4	不合理每处扣1分，不倒扣	
16	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	4	不合理每处扣2分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	4		
17	其他项目	工件完整、局部无缺陷	4	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	4	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 12-2）

表 12-2　设备、材料准备

序号	名　　称	规　　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号 CK6140	台	1	
2	毛坯材料	45 钢，铸件	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表 12-3）

表 12-3　工、量、刃具准备　（单位：mm）

序号	名　　称	规　　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～200	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各 1	
3	百分表	0.01/0～10	1	
4	磁性表座		1	
5	内径量表	0.01/18～35	1	
6	塞尺	0.02～1	1 副	
7	外圆车刀	93°、45°	各 1	
8	不重磨外圆车刀	R 型、V 型、T 型、S 型刀片	各 1	选用
9	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各 1	
10	内、外切槽刀	刀宽 2	各 1	
11	内孔车刀	ϕ20 不通孔、ϕ20 通孔	各 1	
12	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ24	各 1	
13	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各 1	
14	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于支架类工件，主要加工内孔轮廓、孔系和槽。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为 45 钢。毛坯为铸造毛坯，采用专用夹具装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、内孔曲线轮廓、孔和槽组成。按照工

件的形状特点，该工件的主要加工内容分为内孔轮廓加工、孔加工和槽加工三部分。

1）内孔轮廓加工。内孔曲线轮廓，轮廓尺寸为 $\phi44^{+0.03}_{0}$ mm，ϕ40mm，$\phi35^{+0.019}_{0}$mm，$\phi30^{+0.021}_{0}$mm，ϕ16mm，8mm，18mm，55mm ± 0.03mm，75mm，内孔曲线轮廓的表面粗糙度值为 Ra1.6μm。

2）孔加工。四个通孔 ϕ16mm。

3）槽加工。一个内沟槽，保证尺寸 $\phi44^{+0.2}_{0}$mm，20mm，表面粗糙度值为 Ra3.2μm。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）防止畸形工件变形的方法。

① 选用的角铁要具有一定的刚度，以防装夹变形。

② 应选用稳定可靠的表面用于装夹，以防工件装夹变形。

③ 在加工中易产生振动和变形的工件，可增加可调支撑或工艺撑头。

④ 压紧部位正确，防止压紧变形。

2）达到几何公差要求的方法。

① 精度要求高的工件，定位基准面必须经过平磨或刮研。基准面要求平直，接触良好。

② 花盘（过渡盘）、角铁的安装基准面的几何公差要小于工件几何公差的1/2。因此，花盘（过渡盘）平面最好在本机床上精车出来，角铁必须经过平磨或精刮，达到接触性好的要求，同时要具有一定的刚度和强度。

③ 夹紧工件时，要防止工件变形。

④ 花盘、角铁装上工件后必须进行平衡。

⑤ 采用一定的测量手段，保证中心距、中心高和位置精度的要求。

⑥ 调整车床主轴、滑板等运动部位间隙。机床主轴间隙不得过大，导轨必须平直，以保证工件的几何精度。

3）支架夹具的结构原理及使用方法。该夹具（见图 12-2）主要由花盘 1、平衡铁 2、角铁 4、定位销 5 及螺栓等元件组成。花盘 1 安装在数控车床主轴上，角铁 4 由螺栓和螺母固定在花盘 1 上，根据工件的内孔轴线高度 100mm，用高度尺结合主轴心轴调节好角铁 4 底面至机床主轴轴线高度尺寸（100 ± 0.04）mm 至要求，并找正两定位销 5 相对中轴线的对称度。工件的定位由两个定位销 5 和角铁 4 组成的一面两销来实现，工件的夹紧则由孔 1 和孔 3（表 12-4 中的图）上的紧固螺母通过锁紧螺母来实现（也可使用压板螺栓实现工件的夹紧）。

4）支架夹具的制造和使用注意事项。

① 花盘 1、角铁 4 必须相互垂直，且垂直度误差不得超过 0.04mm。定位销 5 可选用 T8 钢制作，与角铁的垂直度误差不超过 0.02mm。花盘 1 与角铁 4 的配合面

必须垂直于车床主轴，其误差不得超过 0.02mm。

② 车削的回转速度高，惯性较大，而该夹具偏重现象又较严重，这样不但影响工件的加工精度，而且会引起振动，并损坏车床的主轴和轴承。因此，必须要有平衡铁 2，在制造时要根据具体工件来调整平衡铁的质量和位置，平衡铁装好以后，用手转动花盘，看花盘能否在任意位置上停下来，在车床上做好静平衡试验后，才能进行后续加工。

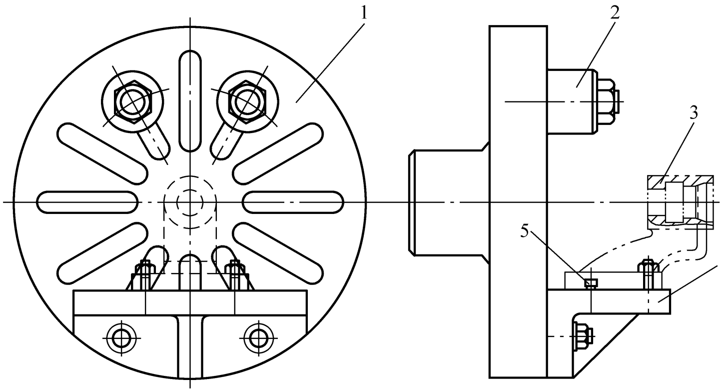


图 12-2　支架安装示意图

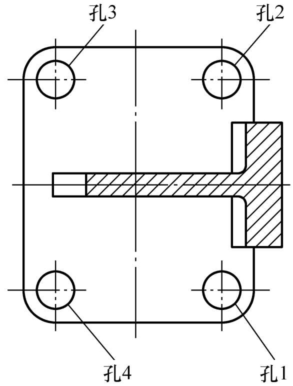
1—花盘　2—平衡铁　3—工件　4—角铁　5—定位销

具体的加工路线如下：

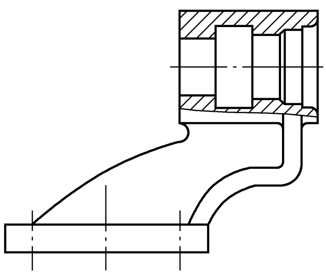
粗、精加工底平面 → 钻底座孔 → 粗车 → 精车

四、程序编制（见表 12-4）

表 12-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	粗、精加工底平面及钻底座孔		略	先粗、精加工底平面至图样要求，再用钻模钻底座孔 1、孔 3 至 ϕ16mm，用于紧固工件，并钻、铰孔 2 和孔 4 由 ϕ16mm 至 H8 级，用于定位

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	粗、精车		O0121; G99 G21 G40; T0101; M03 S800; G00 X65.0 Z1.0 M08; G01 X20.0 F0.2; G00 X65.0 Z20.0; Z0; G01 X20.0 F0.1; G00 Z200.0; X100.0; T0202 S400; G00 X25.0 Z2.0; G71 U2.0 R0.5; G71 P10 Q20 U-0.5 W0.1 F0.2; N80 G41 G00 X50.0 S600; G01 Z0 F0.1; G02 X44.015 Z-3.0 R3.0; G01 Z-8.0; X40.0 Z-18.0; X37.0; X35.01 Z-19.0; Z-55.0; X30.01; Z-77.0; N120 G40 X25.0 Z2.0; G00 Z150.0; X150.0; T0303; G00 X25.0 Z2.0; G70 P80 Q120; G00 Z150.0; X100.0; T0404 S400; G00 X29.0 Z10.0; Z-55.0; G75 R0.5; G75 X44.1 Z-35.0 P2500 Q2500 F0.05; G00 Z10.0; Z150.0; X100.0; M05 M09; M30;	粗、精车 ϕ30mm 等内孔表面，达到图样要求 T0101 为外圆车刀，T0202 为内孔粗车刀，T0303 为内孔精车刀，T0404 为内沟槽切刀

职业技能鉴定样例 13

考核目标

1）掌握蜗轮壳体的装夹、结构特点。

2）能编制蜗轮壳体零件数控加工程序。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图 13-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。

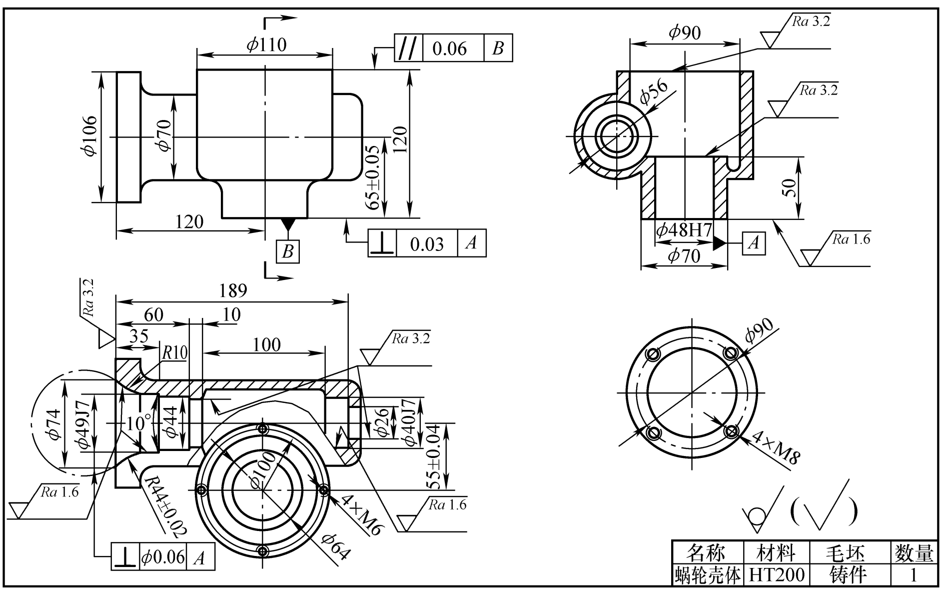


图 13-1　零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 13-1 。

表 13-1　工件质量评分表

序号	考核内容	考核要点	配分	评分标准	得分
1	内孔	ϕ48H7	6	超差 0.01mm 扣 3 分	
2		ϕ74mm	4	超差不得分	
3		ϕ49J7	6	超差 0.01mm 扣 3 分	
4		ϕ44mm	4	超差不得分	
5		ϕ40J7	6	超差 0.01mm 扣 3 分	
6	长度	35mm	4	超差不得分	
7		60mm	4	超差不得分	
8		189mm	4	超差不得分	
9		50mm	4	超差不得分	
10		2 × 120mm	6	超差不得分	
11	中心距	55mm ± 0.04mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
12	中心高	65mm ± 0.05mm	4	超差 0.01mm 扣 2 分	
13	圆弧面	R(44 ± 0.02)mm	4	超差不得分	
14	内锥面锥角	10°	4	超差不得分	
15	圆角	R10mm	4	超差不得分	
16	几何公差及表面粗糙度	垂直度公差 0.06mm	3	超差一处扣 1 分，不倒扣	
17		Ra1.6μm、Ra3.2μm	3	超差一处扣 1 分，不倒扣	
18	程序编制	指令正确，程序完整	3	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		数值计算正确，计算简化，有一定技巧	3	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		刀具补偿功能运用正确、合理	3	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
		切削参数、坐标系选择正确	3	不合理每处扣 1 分，不倒扣	
19	加工工艺	工件定位、夹紧及刀具选择合理	3	不合理每处扣 2 分，不倒扣	
		加工顺序及刀具轨迹路线合理	3		
20	其他项目	工件完整、局部无缺陷	4	出现一处缺陷不得分	
		工件按时完成	4	超时不得分	
合　计					

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表13-2）

表13-2　设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	数控车床	型号CK6140	台	1	
2	毛坯材料	HT200，铸件	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表13-3）

表13-3　工、量、刃具准备　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～200	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各1	
3	百分表	0.01/0～10	1	
4	磁性表座		1	
5	内径量表	0.01/18～35	1	
6	塞尺	0.02～1	1副	
7	外圆车刀	93°、45°	各1	
8	不重磨外圆车刀	R型、V型、T型、S型刀片	各1	选用
9	内、外螺纹车刀	三角形螺纹	各1	
10	内、外切槽刀	刀宽2	各1	
11	内孔车刀	ϕ20不通孔、ϕ20通孔	各1	
12	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ24	各1	
13	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各1	
14	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于蜗轮壳体类工件，主要加工内孔轮廓。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为HT200。毛坯为铸造毛坯，需采用专用夹具定位装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面和内孔曲线轮廓组成。按照工件的

形状特点，该工件的主要加工内容为内孔轮廓加工。

内孔曲线轮廓，轮廓尺寸为 ϕ48H7，ϕ74mm，ϕ49J7，ϕ44mm，ϕ40J7，并满足曲线轮廓的表面粗糙度要求。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）蜗轮壳体夹具的结构及夹紧方法。该夹具如图 13-2 所示，主要由可调支撑、过渡盘、平衡铁、紧固压板、定位心轴、角铁座和紧固螺栓等元件组成。过渡盘 2 安装在数控车床主轴上，角铁座 7 由螺栓和螺母固定在过渡盘 2 上，根据工件的 ϕ49J7 和 ϕ40J7 孔轴线与 ϕ48H7 孔底部端面的距离为（65 ±0.05）mm，用高度尺结合主轴心轴调节好角铁座 7 底面至机床主轴轴线高度尺寸（65 ±0.05）mm，并找正定位心轴 5 的轴线相对于主轴轴线的中心距为（55 ±0.04）mm。工件的定位由定位心轴 5 和角铁座 7 完成，用可调支撑 1 辅助支撑 ϕ70mm 外圆表面以提高工件安装刚度来满足安装要求。工件的夹紧则由紧固压板 4 和紧固螺母来实现。

2）蜗轮壳体夹具的制造和使用注意事项。

① 为了降低夹具的安装误差，必须先安装过渡盘 2，且过渡盘 2 平面最好在本机床上精车出来，角铁座 7 必须经过精刮，且垂直度误差不得超过 0.02mm。定位心轴 5 可选用 T8 钢制作，与角铁座的垂直度误差不超过 0.02mm。

② 由于车削的回转速度高，惯性较大，而该夹具偏重现象又较严重，因此，必须要有平衡铁 3，在制造时要根据具体工件而定，夹具必须在车床上进行静平衡试验，以避免车床主轴因载荷不均匀而被损坏。

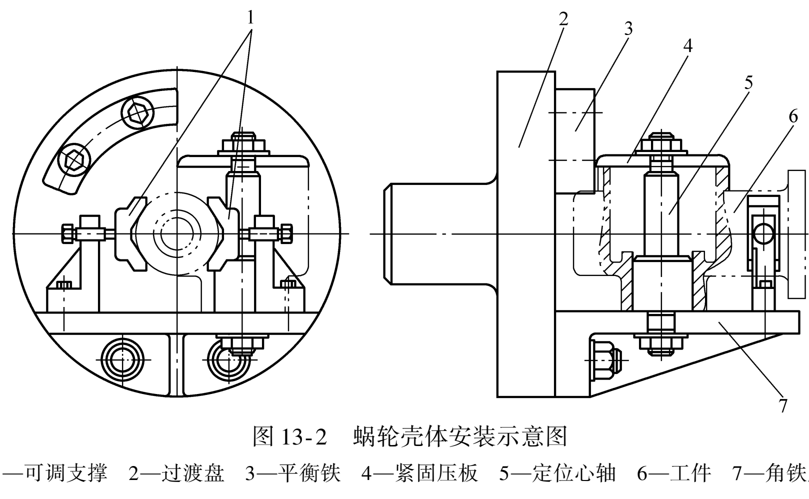


图 13-2　蜗轮壳体安装示意图

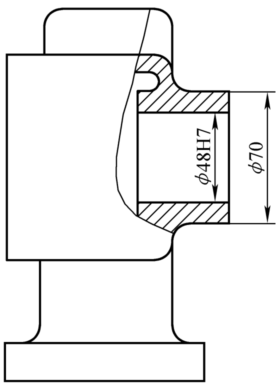
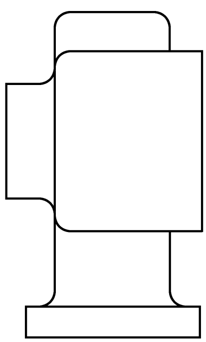
1—可调支撑　2—过渡盘　3—平衡铁　4—紧固压板　5—定位心轴　6—工件　7—角铁座

具体的加工路线如下：

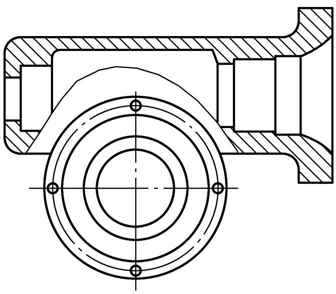
加工基准面 → 车 ϕ110mm 端面 → 车 ϕ106mm 端面及内部型腔

四、程序编制（见表 13-4）

表 13-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	加工基准面		O0131； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X80.0 Z0 M08； G01 X40.0 F0.2； G00 Z150.0； X150.0； T0202； G00 X40.0 Z2.0 S400； G90 X44.0 Z－55.0 F0.2； X47.5； G00 X50.0 S600； G41 G01 Z0 F0.1； X48.01 Z－1.0； Z－55.0； G00 X45.0 Z10.0； Z150.0； X150.0； T0404； G00 X45.0 Z10.0 S400； Z－50.0； G01 X68.0 F0.1； G00 X45.0 Z－53.0； Z10.0； X150.0； Z150.0； M05 M09； M30；	用单动卡盘夹 φ110mm 外圆，按划线找正侧素线和孔轴线，车削 φ48H7 孔、φ70mm 端面及 φ64mm 端面，保证 φ70mm 端面对 φ48H7 孔轴线的垂直度公差 T0101 为外圆车刀，T0202 为内孔刀，T0404 为内沟槽刀
2	车 φ110mm 端面		O0132； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X115.0 Z1.0 M08； G01 X85.0 F0.2； G00 X115.0 Z2.0； Z0； G01 X85.0 F0.1； G00 X100.0； Z200.0； M05 M09； M30；	在车床主轴孔中安装 φ48g6 × 50mm 心轴，并与 φ48H7 孔和 φ70mm 端面配合定位，车 φ110mm 端面，保证 φ110mm 外圆端面相对于 φ48H7 孔底部端面的平行度公差

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
3	车 ϕ106mm 端面及内部型腔		O0133； G99 G21 G40； T0101； M03 S800； G00 X112.0 Z1.0 M08； G01 X35.0 F0.2； G00 X112.0 Z2.0； Z0； G01 X35.0 F0.1； G00 Z200.0； X100.0； T0202 S400； G00 X25.0 Z2.0； G71 U1.0 R0.5； G71 P80 Q200 U－0.3 W0.1 F0.2； N80 G41 G00 X74.0 S600； G01 Z0 F0.1； G03 X59.03 Z－8.71 R44.0； G02 X52.45 Z－15.29 R10.0； G01 X48.99 Z－35.0； Z－60.0； X44.0； Z－75.0； X39.99 Z－165.0； Z－189.0； X26.0； N200 G40 X25.0； G00 Z150.0； X150.0； T0303； G00 X25.0 Z2.0； G70 P80 Q200； G00 Z150.0； X150.0； M05 M09； M30；	在图13-2所示的专用夹具上，以 ϕ48H7 孔和 ϕ70mm 端面定位，ϕ70mm 外圆用可调辅助支撑并找正 ϕ106mm 外圆素线。车削 ϕ106mm 端面及内部型腔尺寸，保证各项精度要求 T0303 为内孔精车刀

职业技能鉴定样例 14

考核目标

1）掌握端盖的加工方法。

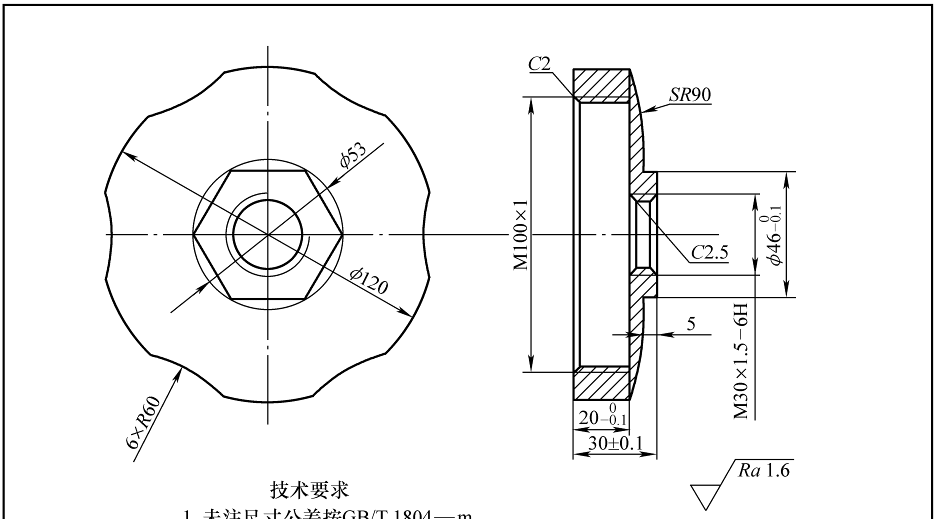
2）掌握车削中心的加工范围及特殊编程指令。

3）能使用车削中心加工带有车削、铣削等工序的复杂零件。

一、考核要求

1. 总体要求

加工图 14-1 所示零件，试分析其加工工艺并编写其数控加工程序。本题分值为 100 分，考核时间为 360min。



名称	材料	毛坯	数量
端盖	2A12超硬铝	φ125×33	1

图 14-1　零件图

2. 配分及评分标准

1）操作技能考核总成绩见表 1-1。

2）现场操作规范评分见表 1-2。

3）工件质量评分见表 14-1。

表 14-1 工件质量评分表

<table>
<tr><th>序号</th><th>考核内容</th><th>考核要点</th><th>配分</th><th>评分标准</th><th>得分</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="2">外圆</td><td>ϕ120mm</td><td>4</td><td>超差 0.01mm 扣 3 分</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>$\phi46_{-0.1}^{0}$mm</td><td>6</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td rowspan="3">长度</td><td>5mm</td><td>4</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>$20_{-0.1}^{0}$mm</td><td>6</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>30mm ±0.1mm</td><td>6</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td rowspan="2">螺纹</td><td>M30×1.5－6H</td><td>15</td><td>超差 0.01mm 扣 2 分</td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>M100×1</td><td>15</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>倒角</td><td>C2mm、C2.5mm</td><td>2</td><td>超差 0.01mm 扣 2 分</td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>圆弧</td><td>R60mm</td><td>4</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>球面</td><td>SR90mm</td><td>4</td><td>超差不得分</td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>表面粗糙度</td><td>Ra1.6μm</td><td>4</td><td>超差一处扣 1 分，不倒扣</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">12</td><td rowspan="4">程序编制</td><td>指令正确，程序完整</td><td>4</td><td>不合理每处扣 1 分，不倒扣</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>数值计算正确，计算简化，有一定技巧</td><td>4</td><td>不合理每处扣 1 分，不倒扣</td></tr>
<tr><td>刀具补偿功能运用正确、合理</td><td>4</td><td>不合理每处扣 1 分，不倒扣</td></tr>
<tr><td>切削参数、坐标系选择正确</td><td>4</td><td>不合理每处扣 1 分，不倒扣</td></tr>
<tr><td rowspan="2">13</td><td rowspan="2">加工工艺</td><td>工件定位、夹紧及刀具选择合理</td><td>3</td><td rowspan="2">不合理每处扣 2 分，不倒扣</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>加工顺序及刀具轨迹路线合理</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">14</td><td rowspan="2">其他项目</td><td>工件完整、局部无缺陷</td><td>4</td><td>出现一处缺陷不得分</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>工件按时完成</td><td>4</td><td>超时不得分</td></tr>
<tr><td colspan="5">合　　计</td><td></td></tr>
</table>

二、加工准备

1. 设备、材料准备（见表 14-2）

表 14-2 设备、材料准备

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　注
1	车铣加工中心	型号 CK6140	台	1	
2	毛坯材料	2A12 超硬铝，ϕ125mm×33mm	件	1	

2. 工、量、刃具准备（见表14-3）

表14-3　工、量、刃具准备　（单位：mm）

序号	名　称	规　格	数量	备　注
1	游标卡尺	0.02/0～200	1	
2	千分尺	0.01/0～25、0.01/25～50、0.01/50～75	各1	
3	百分表	0.01/0～10	1	
4	磁性表座		1	
5	内径量表	0.01/18～35	1	
6	外圆车刀	93°、45°	各1	
7	不重磨外圆车刀	R型、V型、T型、S型刀片	各1	选用
8	内螺纹车刀	三角形螺纹	1	
9	镗孔刀	刀宽2	1	
10	麻花钻	中心钻、ϕ10、ϕ20、ϕ26	各1	
11	辅具	莫氏钻套、钻夹头、回转顶尖	各1	
12	其他	铜棒、铜皮、毛刷等常用工具		选用

3. 说明

1）出现危及考生或他人安全的状况应终止考试，如果是由于考生操作失误所致，考生该题成绩记零分。

2）因考生操作失误导致设备故障且当场无法排除应终止考试，考生该题成绩记零分。

3）因刀具、工具损坏而无法继续应终止考试。

三、零件加工要求分析

1. 图样分析

（1）工件类型　该工件属于端盖类工件，主要加工曲线轮廓和螺纹。

（2）工件材料及毛坯　该工件的材料为2A12超硬铝。毛坯为ϕ125mm×33mm的棒料，外形易于装夹。

（3）加工内容及要求　该工件主要由端面、曲线轮廓和螺纹组成。按照工件的形状特点，该工件的主要加工内容分为轮廓加工和螺纹加工两部分。

1）轮廓加工。不规则曲线轮廓，轮廓尺寸为ϕ120mm，5mm，30mm±0.1mm，$\phi46_{-0.1}^{\ 0}$mm，SR90mm，R60mm，曲线轮廓的表面粗糙度值为Ra1.6μm。

2）螺纹加工。

① 一组内螺纹M30×1.5-6H，保证尺寸加工精度。

② 一组内螺纹M100×1，保证尺寸加工精度。

2. 工艺分析

（1）确定工艺基准　加工该工件时选择工件回转中心为装夹定位基准。

（2）难点分析

1）轴向（端面）钻孔循环指令 G83。轴向钻孔循环指令是在轴向上钻孔时使用的循环指令，可以钻单个孔，也可钻一组孔。

指令格式：

G83 X（U）__ C（H）__ Z（W）__ R__ Q__ P__ F__ M__ ；

X（U）、C（H）——孔的位置坐标；

Z（W）——孔底位置坐标；

R——以增量值指令的起始点至 R 点的距离，有正负；

Q——每次进刀量；

P——孔底暂停时间；

F——进给量；

M——*C* 轴夹紧代码。

2）极坐标插补指令 G112、G113。极坐标插补指令包括极坐标插补方式启动指令 G112 和极坐标插补方式取消指令 G113。

极坐标插补指令的功能是将轮廓控制由直角坐标系转换成一个由直线轴的运动（刀具的运动——*Z* 轴方向）和一个回转轴的运动（工件的回转——*X* 轴和 *C* 轴方向）组成的新坐标系。该功能一般用于在车削中心上利用动力刀头完成铣削平面等操作。

极坐标插补方式取消指令的功能是将极坐标插补方式取消，将插补平面恢复为极坐标插补方式启动指令使用之前的平面（即启动指令使用之前由 G17、G18 或 G19 选择的平面）。

3）节点计算图（见图 14-2）。

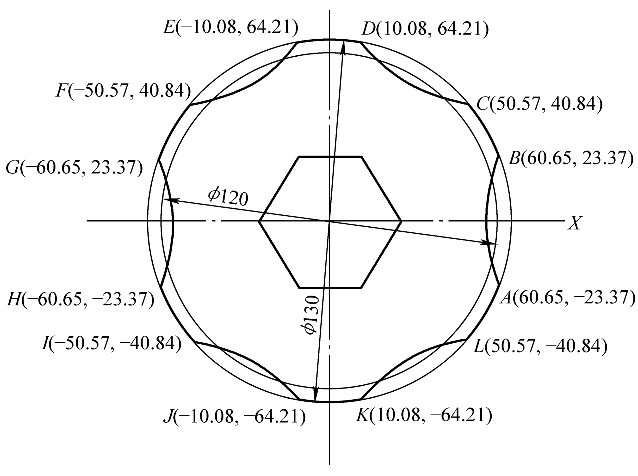


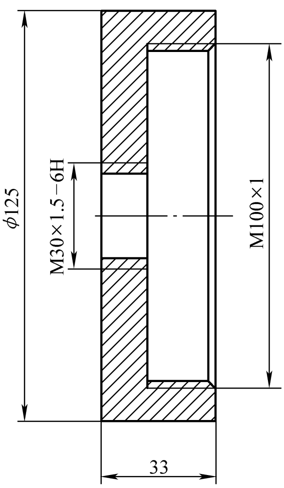
图 14-2　节点计算图

具体的加工路线如下：

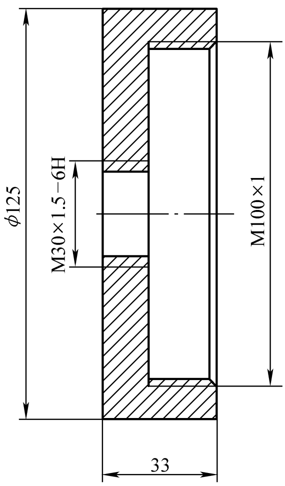
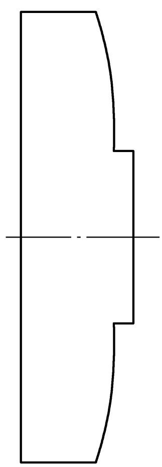
左端内、外轮廓 → 右端外轮廓

四、程序编制（见表 14-4）

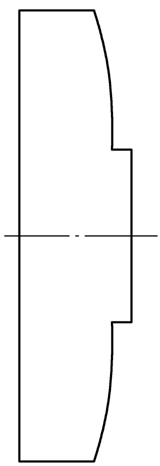
表 14-4　参考程序

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	左端内、外轮廓		O0141; T0101; G40 G99 G97 S1000 M03; G00 X127.0 Z0; G01 X-1.0 F0.15; G00 X150.0 Z100.0; T0202; S1200 M03; G00 X0 Z10.0; Z1.0; G01 Z-2.0 F0.05; G00 Z100.0; X100.0; T0303; S300 M03; G00 X0 Z10.0; G83 Z-38.0 R-8.0 Q3000 F0.08; G00 X100.0 Z100.0; T0404; S800 M03; G00 X26.0 Z2.0; G71 U1.5 R1.0; G71 P30 Q40 U-0.6 W0.05 F0.15; N30 G00 X103.0; G01 G41 Z0; X99.0 Z-2.0; Z-20.0; X33.0; X28.0 W-2.5; Z-32.0; N40 G40 X25.0; G70 P30 Q40 F0.08; G00 X100.0 Z100.0;	用自定心卡盘装夹，加工工件左端内、外轮廓，并保证各项加工精度 T0101 为外圆车刀，T0202 为中心钻，T0303 为 φ26mm 钻头，T0404 为镗孔刀，T0505 为内螺纹车刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
1	左端内、外轮廓		T0505; S450 M03; G00 X97.0 Z2.0; G92 X99.5 Z-18.0 F0.1; X99.8; X100.0; X100.1; G00 X27.0; Z-17.0; G92 X29.5 Z-32.0 F1.5; X29.8; X30.0; X30.1; G00 Z2.0; G00 X100.0 Z100.0; M05; M30;	用自定心卡盘装夹，加工工件左端内、外轮廓，并保证各项加工精度 T0101为外圆车刀，T0202为中心钻，T0303为ϕ26mm钻头，T0404为镗孔刀，T0505为内螺纹车刀
2	右端外轮廓		O0142; T0101; G40 G97 S1000 M03; G00 X127.0 Z0; G01 X-1.0 F0.15; G00 X125.0 Z2.0; G71 U2.0 R1.0; G71 P10 Q20 U0.8 W0.05 F0.3; N10 G00 X51.0; G01 G42 Z0; X53.0 Z-1.0; Z-5.0; X50.0; G03 X120.0 Z-10.0 R90.0; Z-32.0; N20 G40 X127.0; G70 P10 Q20 F0.1; G00 X100.0 Z100.0; T0606; G98 M80; G00 G28 H0;	掉头在螺纹胎具上装夹工件，粗铣采用逆铣分层铣削，精铣采用顺铣一次铣削完成 T0606为ϕ16mm立铣刀

（续）

序号	操作项目	图示	程序	操作内容及注意事项
2	右端外轮廓		S1000 M83； G00 X73.0 Z0； W－5.0； G112； G01 G41 X53.5 F100； X－27.0 C－23.5； X27.0； X－53.5 C0； X－27.0 C23.5； X27.0； X53.5 C0； X55.0； G40 X73.0； G113； G00 X150.0； G00 G28 H0； H－20.0； Z－32.0； G112； G01 G42 X121.3 C－23.37 F500； G03 C23.37 R60.0 F300； G01 X101.14 C40.84； G03 X20.16 C64.21 R60.0； G01 X－20.16； G03 X－101.14 C40.84 R60.0； G01 X－121.3 C23.37； G03 C－23.37 R60.0； G01 X－101.14 C－40.84； G03 X－20.16 C－64.21 R60.0； G01 X20.16； G03 X101.14 C－40.84 R60.0； G01 G40 X150.0 F500； G113； M85； M82； G00 X150.0 Z100.0； M30；	掉头在螺纹胎具上装夹工件，粗铣采用逆铣分层铣削，精铣采用顺铣一次铣削完成 T0606 为 ϕ16mm 立铣刀

参 考 文 献

［1］韩鸿鸾．数控车工（技师、高级技师）［M］．北京：机械工业出版社，2008.
［2］沈建峰，朱勤惠．数控车工技能鉴定考点分析和试题集萃［M］．北京：化学工业出版社，2010.
［3］时建．数控车工技师技能训练［M］．北京：中国劳动社会保障出版社，2008.
［4］劳动和社会保障部教材办公室．数控车工（技师　高级技师）［M］．北京：中国劳动社会保障出版社，2008.

国家职业资格培训教材

丛书介绍：深受读者喜爱的经典培训教材，依据最新国家职业标准，按初级、中级、高级、技师（含高级技师）分册编写，以技能培训为主线，理论与技能有机结合，书末有配套的试题库和答案。所有教材均免费提供 PPT 电子教案，部分教材配有 VCD 实景操作光盘（注：标注★的图书配有 VCD 实景操作光盘）。

读者对象：本套教材是各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

- ◆ 机械识图
- ◆ 机械制图
- ◆ 金属材料及热处理知识
- ◆ 公差配合与测量
- ◆ 机械基础（初级、中级、高级）
- ◆ 液气压传动
- ◆ 数控技术与 AutoCAD 应用
- ◆ 机床夹具设计与制造
- ◆ 测量与机械零件测绘
- ◆ 管理与论文写作
- ◆ 钳工常识
- ◆ 电工常识
- ◆ 电工识图
- ◆ 电工基础
- ◆ 电子技术基础
- ◆ 建筑识图
- ◆ 建筑装饰材料
- ◆ 车工（初级★、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 铣工（初级★、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 磨工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 钳工（初级★、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 机修钳工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 锻造工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 模具工（中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 数控车工（中级★、高级★、技师和高级技师）
- ◆ 数控铣工/加工中心操作工（中级★、高级★、技师和高级技师）
- ◆ 铸造工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 冷作钣金工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 焊工（初级★、中级★、高级★、技师和高级技师★）
- ◆ 热处理工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 涂装工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 电镀工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 锅炉操作工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 数控机床维修工（中级、高级和技

师）
- ◆ 汽车驾驶员（初级、中级、高级、技师）
- ◆ 汽车修理工（初级★、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 摩托车维修工（初级、中级、高级）
- ◆ 制冷设备维修工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 电气设备安装工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 值班电工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 维修电工（初级★、中级★、高级、技师和高级技师）
- ◆ 家用电器产品维修工（初级、中级、高级）
- ◆ 家用电子产品维修工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 可编程序控制系统设计师（一级、二级、三级、四级）
- ◆ 无损检测员（基础知识、超声波探伤、射线探伤、磁粉探伤）
- ◆ 化学检验工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 食品检验工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 制图员（土建）
- ◆ 起重工（初级、中级、高级、技师）
- ◆ 测量放线工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 架子工（初级、中级、高级）
- ◆ 混凝土工（初级、中级、高级）
- ◆ 钢筋工（初级、中级、高级、技师）
- ◆ 管工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 木工（初级、中级、高级、技师）
- ◆ 砌筑工（初级、中级、高级、技师）
- ◆ 中央空调系统操作员（初级、中级、高级、技师）
- ◆ 物业管理员（物业管理基础、物业管理员、助理物业管理师、物业管理师）
- ◆ 物流师（助理物流师、物流师、高级物流师）
- ◆ 室内装饰设计员（室内装饰设计员、室内装饰设计师、高级室内装饰设计师）
- ◆ 电切削工（初级、中级、高级、技师和高级技师）
- ◆ 汽车装配工
- ◆ 电梯安装工
- ◆ 电梯维修工

变压器行业特有工种国家职业资格培训教程

丛书介绍：由相关国家职业标准的制定者——机械工业职业技能鉴定指导中心组织编写，是配套用于国家职业技能鉴定的指定教材，覆盖变压器行业5个特有工种，共10种。

读者对象：可作为相关企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构的鉴定培训教材，也可作为变压器行业从业人员学习、考证用书，还可作为技工学校、职业高中、各种短训班的教材。

◆ 变压器基础知识
◆ 绕组制造工（基础知识）
◆ 绕组制造工（初级 中级 高级技能）
◆ 绕组制造工（技师 高级技师技能）
◆ 干式变压器装配工（初级、中级、高级技能）
◆ 变压器装配工（初级、中级、高级、技师、高级技师技能）
◆ 变压器试验工（初级、中级、高级、技师、高级技师技能）
◆ 互感器装配工（初级、中级、高级、技师、高级技师技能）
◆ 绝缘制品件装配工（初级、中级、高级、技师、高级技师技能）
◆ 铁心叠装工（初级、中级、高级、技师、高级技师技能）

国家职业资格培训教材——理论鉴定培训系列

丛书介绍：以国家职业技能标准为依据，按机电行业主要职业（工种）的中级、高级理论鉴定考核要求编写，着眼于理论知识的培训。

读者对象：可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的培训教材，也可作为职业技术院校、技工院校、各种短训班的专业课教材，还可作为个人的学习用书。

◆ 车工（中级）鉴定培训教材
◆ 车工（高级）鉴定培训教材
◆ 铣工（中级）鉴定培训教材
◆ 铣工（高级）鉴定培训教材
◆ 磨工（中级）鉴定培训教材
◆ 磨工（高级）鉴定培训教材
◆ 钳工（中级）鉴定培训教材
◆ 钳工（高级）鉴定培训教材
◆ 机修钳工（中级）鉴定培训教材
◆ 机修钳工（高级）鉴定培训教材
◆ 焊工（中级）鉴定培训教材
◆ 焊工（高级）鉴定培训教材
◆ 热处理工（中级）鉴定培训教材
◆ 热处理工（高级）鉴定培训教材
◆ 铸造工（中级）鉴定培训教材
◆ 铸造工（高级）鉴定培训教材
◆ 电镀工（中级）鉴定培训教材
◆ 电镀工（高级）鉴定培训教材
◆ 维修电工（中级）鉴定培训教材
◆ 维修电工（高级）鉴定培训教材
◆ 汽车修理工（中级）鉴定培训教材
◆ 汽车修理工（高级）鉴定培训教材
◆ 涂装工（中级）鉴定培训教材
◆ 涂装工（高级）鉴定培训教材
◆ 制冷设备维修工（中级）鉴定培训教材
◆ 制冷设备维修工（高级）鉴定培训教材

国家职业资格培训教材——操作技能鉴定试题集锦与考点详解系列

丛书介绍：用于国家职业技能鉴定操作技能考试前的强化训练。特色：

● 重点突出，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。
● 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。
● 解析详细，具有实用性——工艺分析、操作步骤和重点解析详细。
● 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

读者对象：可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，也可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，还可作为职业技术院校、技工院校、各种短训班的专业课教材。

◆ 车工（中级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 车工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 铣工（中级）操作技能鉴定实战详解
◆ 铣工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 钳工（中级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 钳工（高级）操作技能鉴定实战详解
◆ 数控车工（中级）操作技能鉴定实战详解
◆ 数控车工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 数控车工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 数控铣工/加工中心操作工（中级）操作技能鉴定实战详解
◆ 数控铣工/加工中心操作工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 数控铣工/加工中心操作工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 焊工（中级）操作技能鉴定实战详解
◆ 焊工（高级）操作技能鉴定实战详解
◆ 焊工（技师、高级技师）操作技能鉴定实战详解
◆ 维修电工（中级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 维修电工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解
◆ 维修电工（技师、高级技师）操作技能鉴定实战详解
◆ 汽车修理工（中级）操作技能鉴定实战详解
◆ 汽车修理工（高级）操作技能鉴定实战详解

技能鉴定考核试题库

丛书介绍：根据各职业（工种）鉴定考核要求分级编写，试题针对性、通用性、实用性强。

读者对象：可作为企业培训部门、各级职业技能鉴定机构、再就业培训机构培训考核用书，也可供技工学校、职业高中、各种短训班培训考核使用，还可作为个

人读者学习自测用书。

◆ 机械识图与制图鉴定考核试题库（第2版）
◆ 机械基础技能鉴定考核试题库（第2版）
◆ 电工基础技能鉴定考核试题库
◆ 车工职业技能鉴定考核试题库（第2版）
◆ 铣工职业技能鉴定考核试题库（第2版）
◆ 磨工职业技能鉴定考核试题库
◆ 数控车工职业技能鉴定考核试题库
◆ 数控铣工/加工中心操作工职业技能鉴定考核试题库
◆ 模具工职业技能鉴定考核试题库
◆ 钳工职业技能鉴定考核试题库（第2版）
◆ 机修钳工职业技能鉴定考核试题库（第2版）
◆ 汽车修理工职业技能鉴定考核试题库
◆ 制冷设备维修工职业技能鉴定考核试题库
◆ 维修电工职业技能鉴定考核试题库（第2版）
◆ 铸造工职业技能鉴定考核试题库
◆ 焊工职业技能鉴定考核试题库
◆ 冷作钣金工职业技能鉴定考核试题库
◆ 热处理工职业技能鉴定考核试题库
◆ 涂装工职业技能鉴定考核试题库

机电类技师培训教材

丛书介绍：以国家职业标准中对各工种技师的要求为依据，以便于培训为前提，紧扣职业技能鉴定培训要求编写。加强了高难度生产加工，复杂设备的安装、调试和维修，技术质量难题的分析和解决，复杂工艺的编制，故障诊断与排除以及论文写作和答辩的内容。书中均配有培训目标、复习思考题、培训内容、试题库、答案、技能鉴定模拟试卷样例。

读者对象：可作为职业技能鉴定培训机构、企业培训部门、技师学院培训鉴定教材，也可供读者自学及考前复习和自测使用。

◆ 公共基础知识
◆ 电工与电子技术
◆ 机械制图与零件测绘
◆ 金属材料与加工工艺
◆ 机械基础与现代制造技术
◆ 技师论文写作、点评、答辩指导
◆ 车工技师鉴定培训教材
◆ 铣工技师鉴定培训教材
◆ 钳工技师鉴定培训教材
◆ 焊工技师鉴定培训教材
◆ 电工技师鉴定培训教材
◆ 铸造工技师鉴定培训教材
◆ 涂装工技师鉴定培训教材
◆ 模具工技师鉴定培训教材
◆ 机修钳工技师鉴定培训教材
◆ 热处理工技师鉴定培训教材

◆ 维修电工技师鉴定培训教材
◆ 数控车工技师鉴定培训教材
◆ 数控铣工技师鉴定培训教材
◆ 冷作钣金工技师鉴定培训教材
◆ 汽车修理工技师鉴定培训教材
◆ 制冷设备维修工技师鉴定培训教材

特种作业人员安全技术培训考核教材

丛书介绍：依据《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》编写，内容包含法律法规、安全培训、案例分析、考核复习题及答案。

读者对象：可用作各级各类安全生产培训部门、企业培训部门、培训机构安全生产培训和考核的教材，也可作为各类企事业单位安全管理和相关技术人员的参考书。

◆ 起重机司索指挥作业
◆ 企业内机动车辆驾驶员
◆ 起重机司机
◆ 金属焊接与切割作业
◆ 电工作业
◆ 压力容器操作
◆ 锅炉司炉作业
◆ 电梯作业
◆ 制冷与空调作业
◆ 登高作业

读者信息反馈表

亲爱的读者：

您好！感谢您购买《数控车工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解》（张智敏　主编）一书。为了更好地为您服务，我们希望了解您的需求以及对我社教材的意见和建议，愿这小小的表格在我们之间架起一座沟通的桥梁。另外，如果您在培训中选用了本教材，我们将免费为您提供与本教材配套的电子课件。

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">所在单位名称</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>性　　别</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">所从事工作（或专业）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>通信地址</td><td colspan="4"></td><td>邮　编</td><td></td></tr>
<tr><td>办公电话</td><td colspan="2"></td><td>移动电话</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>E－mail</td><td colspan="2"></td><td>QQ</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="7">1. 您选择图书时主要考虑的因素（在相应项后面画√）
出版社（　　）　内容（　　）　价格（　　）　其他：______________
2. 您选择我们图书的途径（在相应项后面画√）
书目（　　）　书店（　　）　网站（　　）　朋友推介（　　）　其他：______</td></tr>
<tr><td colspan="7">希望我们与您经常保持联系的方式：
□电子邮件信息　□定期邮寄书目　□通过编辑联络　□定期电话咨询</td></tr>
<tr><td colspan="7">您关注（或需要）哪些类图书和教材：</td></tr>
<tr><td colspan="7">您对本书的意见和建议（欢迎您指出本书的疏漏之处）：</td></tr>
<tr><td colspan="7">您近期的著书计划：</td></tr>
</table>

请联系我们——

地　　址　北京市西城区百万庄大街22号　机械工业出版社技能教育分社

邮政编码　100037

社长电话　(010)88379711

传　　真　(010)68329397

营销编辑　(010)88379534　88379535

免费电子课件索取方式：

网上下载　www. cmpedu. com

邮箱索取　jnfs@ cmpbook. com

国家职业资格培训教材

操作技能鉴定试题集锦与考点详解系列：

数控铣工/加工中心操作工（中级）操作技能鉴定实战详解

数控铣工/加工中心操作工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解

数控铣工/加工中心操作工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解

数控车工（中级）操作技能鉴定实战详解

数控车工（高级）操作技能鉴定试题集锦与考点详解

数控车工（技师、高级技师）操作技能鉴定试题集锦与考点详解

车工（技师、高级技师）操作技能鉴定实战详解

机械工业职业技能鉴定考核试题库（第2版）：

车工技能鉴定考核试题库（第2版）

钳工技能鉴定考核试题库（第2版）

铣工技能鉴定考核试题库（第2版）

机修钳工技能鉴定考核试题库（第2版）

机械识图与制图技能鉴定考核试题库（第2版）

机械基础技能鉴定考核试题库（第2版）

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

机械工业出版社微信公众号

更多职业技能培训、鉴定教材，
请关注：机工技能教育

上架指导 工业技术/机械工程/机械加工
ISBN 978-7-111-54512-5
策划编辑◎赵磊磊／封面设计◎鞠杨
ISBN 978-7-111-54512-5
9 787111 545125
定价：29.80元